ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MARS 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Extension d'un théorème de Monge.* Note de M. Paul Appell.

Dans les *Mémoires de l'Académie* pour 1781, se trouve un écrit de Monge où sont données, d'une façon incidente, à propos du problème théorique des déblais et remblais, les propriétés essentielles des lignes de courbure et des systèmes de droites formant ce qu'on appelle aujourd'hui des congruences. Monge y énonce un théorème qui peut s'exprimer comme il suit :

Soient D *et* R *deux volumes équivalents;* x, y, z *les coordonnées rectangulaires d'un point de* D, *et* u, v, w *celles d'un point de* R, *les déterminations de* u, v, w *en fonction de* x, y, z *rendant minimum l'intégrale*

$$(1)\qquad \iiint \mathrm{L}\,dx\,dy\,dz \qquad \left[\mathrm{L}=\sqrt{(u-x)^2+(v-y)^2+(w-z)^2}\right]$$

étendue au volume D, *sous la condition*

$$(2)\qquad \frac{\mathrm{D}(u, v, w)}{\mathrm{D}(x, y, z)}=1,$$

sont telles que les segments de projections $u-x$, $v-y$, $w-z$, *soient normaux à une famille de surfaces parallèles.*

Ce résultat peut être étendu au cas où, les volumes D et R ayant même masse avec des densités variables, on cherche à déterminer u, v, w de

façon à rendre minimum une intégrale de la forme

$$(3) \qquad \iiint f(\mathrm{L})\,\varphi(x, y, z)\,dx\,dy\,dz$$

sous la condition

$$(4) \qquad \frac{\mathrm{D}(u, v, w)}{\mathrm{D}(x, y, z)} = \varphi(x, y, z)\,\psi(u, v, w).$$

On trouve

$$(5) \qquad \frac{u-x}{\mathrm{L}} = \frac{1}{f'(\mathrm{L})}\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial x}, \qquad \frac{v-y}{\mathrm{L}} = \frac{1}{f'(\mathrm{L})}\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial y}, \qquad \frac{w-z}{\mathrm{L}} = \frac{1}{f'(\mathrm{L})}\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial z}.$$

Parmi les conséquences bien connues qu'on peut tirer de ces formules, je me borne à signaler la suivante : les segments $u-x$, $v-y$, $w-z$ sont, au point x, y, z, normaux à celle des surfaces $\mathrm{U} = \text{const.}$ qui passe par ce point. Dans le cas considéré par Monge on a $f'(\mathrm{L}) = 1$ et les surfaces $\mathrm{U} = \text{const.}$ sont parallèles. On démontre ce résultat en suivant la méthode de calcul que j'ai indiquée dans le Tome 29 de la deuxième série des *Mémoires des savants étrangers.*

Comme, dans l'énoncé même du problème, on peut échanger évidemment x, y, z avec u, v, w; des formules analogues à (5) s'appliquent aussi aux points u, v, w.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Hémoclasie digestive et état du tonus neuro-végétatif.* Note de MM. F. Widal, P. Abrami, Diaconescu et Gruber.

Depuis que nous avons fait connaître l'épreuve de l'hémoclasie digestive, destinée à renseigner sur l'état d'une fonction spéciale du foie, à laquelle nous avons donné le nom de fonction protéopexique, certains auteurs se sont demandé si cette épreuve était réellement un procédé d'exploration hépatique, ou si elle ne permettait pas plutôt de tirer des indications sur l'état du tonus neuro-végétatif. D'après ces observateurs en effet, la leucopénie caractéristique de la crise hémoclasique serait l'indice d'un état de vagotonie ne permettant pas de préjuger de l'intégrité ou de l'altération fonctionnelle du foie.

Il est bon de remarquer tout d'abord que, à supposer même que la leucopénie de l'hémoclasie digestive soit une conséquence de l'excitation du

vague, la question du rôle dévolu au foie dans la production du phénomène ne saurait être résolue du même coup. Le problème est de savoir ce qui produirait cette excitation. Pour nous, elle est précisément déterminée par le passage, dans la circulation générale, de substances protéiques dont l'expérimentation a, depuis longtemps, établi que leur injection dans les veines provoque instantanément le choc leucopénique. L'excitation du vague, si c'est elle qui détermine la crise hémoclasique, ne serait que la conséquence de l'insuffisance protéopexique, qui, en permettant le libre passage dans la circulation de substances albuminoïdiques incomplètement désintégrées, permet du même coup la réaction du pneumogastrique.

Si la crise d'hémoclasie digestive était seulement le reflet d'un état d'hypertonie préalable du vague, comment comprendre les résultats opposés que fournit cette épreuve, suivant que les sujets sont des hépatiques ou ne le sont pas ? Au cours de l'hépatisme avéré, chez des sujets atteints d'ictère toxique ou infectieux, de foie cardiaque, d'hépatites alcooliques, de cholécystites calculeuses avec réaction du foie, l'épreuve se montre en effet constamment positive ; chez des sujets absolument normaux, ou chez des malades dont aucune des épreuves d'exploration hépatique ne permet d'incriminer une atteinte du foie, l'épreuve est, le plus souvent, négative. Il faudrait donc en conclure que les lésions du foie créent un état constant de vagotonie, et que cet état est exceptionnel en dehors de l'hépatisme.

Nous avons cependant tenu à serrer la question de plus près. Nous avons cherché à établir, chez un grand nombre de sujets, les relations qui existaient entre l'état de la fonction protéopexique du foie, explorée par l'épreuve de l'hémoclasie digestive, d'une part, et l'état du tonus neuro-végétatif, d'autre part. Ces sujets appartiennent à deux séries : d'un côté, les affections évidentes du foie, de l'autre, des états où le foie est cliniquement indemne et où l'examen des urines ne décèle ni pigments ou sels biliaires, ni urobilinurie anormale.

Pour explorer le tonus de ces sujets, nous avons eu recours aux réactifs classiques : recherche, à jeun, du réflexe oculo-cardiaque et du réflexe solaire ; étude des réactions consécutives à l'injection intramusculaire de sulfate d'atropine (à la dose de 1^{mg}) et d'adrénaline (1^{mg} également). Ces différentes épreuves étaient pratiquées toujours à 24 heures d'intervalle au moins les unes des autres, de manière à laisser se rétablir le tonus neuro-végétatif normal.

Elles ont fourni les résultats suivants : Vingt malades, atteints d'affections du foie, forment la première série. Elle comprend : trois ictères catarrhaux; un ictère arsénobenzolique; une cholécystite calculeuse avec ictère; quatre foies cardiaques; deux gros foies alcooliques; une cirrhose spécifique avec ictère; une hépatite de cause indéterminée avec purpura; trois cirrhoses alcooliques atrophiques; une pneumonie avec subictère; deux coliques hépatiques avec subictère.

Chez tous ces sujets, l'épreuve de l'hémoclasie digestive, recherchée à trois reprises différentes, était franchement positive.

Or, sur ces vingt cas, trois fois seulement (un ictère catarrhal, une pneumonie avec subictère, une colique hépatique), nous avons pu déceler un état de *vagotonie* net, se traduisant par un réflexe oculo-cardiaque accentué et une insensibilité complète à l'atropine et à l'adrénaline. Une fois (foie cardiaque), il y avait *sympathicotonie,* avec inversion du réflexe oculo-cardiaque, réflexe solaire très énergique, tachycardie considérable à la suite des injections d'atropine et d'adrénaline. Dans seize cas, les différentes épreuves d'exploration du tonus ne permettaient de conclure d'une façon ferme ni dans un sens ni dans l'autre. Et, à cet égard, il nous a paru, comme à un grand nombre d'observateurs, qu'il était le plus souvent impossible, avec les tests dont dispose actuellement la clinique, et quand on ne veut pas exposer les sujets aux dangers des injections d'atropine, d'adrénaline ou d'isérine par voie veineuse, de pouvoir apprécier avec exactitude l'état général du tonus organo-végétatif.

La seconde série de nos sujets, non hépatiques, comprend : quatre individus normaux, deux convalescents de pleurésie séro-fibrineuse, deux de rhumatisme articulaire aigu, une angine aiguë, un goître exophtalmique, deux bronchites chroniques sans distension cardiaque, une sciatique, trois tabès, une insuffisance aortique rhumatismale, un cancer du rectum, un cas de pithyatisme, et deux néphrites hypertensives, sans azotémie : au total, vingt cas. Chez une seule de ces malades, l'hystérique, l'épreuve de l'hémoclasie digestive s'est montrée positive; il n'existait cependant aucun autre signe permettant d'incriminer une atteinte fonctionnelle du foie. Chez elle, également, existait un état d'hypervagotonie manifeste : le réflexe oculo-cardiaque était très fortement positif, de 88 à 60; l'injection d'atropine et d'adrénaline n'amenait aucune modification du pouls.

Chez les dix-neuf autres sujets, l'épreuve était par contre négative. Et, de même que dans la série des hépatiques, il n'existait aucun rapport entre cette négativité de la réaction et l'état du tonus neuro-végétatif. En effet, trois de ces sujets se comportaient en vagotoniques, avec un réflexe oculo-cardiaque fortement positif et une insensibilité à peu près complète à l'atropine et à l'adrénaline; quatre autres appartenaient au groupe des amphotoniques, avec un réflexe oculo-cardiaque positif, mais de vives réactions à l'adrénaline et de la tachycardie atropinique; chez les douze derniers, les réactions se montrèrent variables d'un jour à l'autre, ne permettant aucune conclusion.

Les résultats qui précèdent nous paraissent suffisamment démonstratifs. Ils montrent, ainsi qu'on pouvait s'y attendre par la seule confrontation des résultats obtenus par la simple épreuve de l'hémoclasie digestive chez les hépatiques et chez les normaux, qu'il n'existe pas de rapport obligé entre la réponse de cette épreuve d'une part, et l'état du tonus neuro-végétatif d'autre part. De même que l'hémoclasie digestive peut s'observer chez des sujets qui ne sont pas vagotoniques au moment où on la recherche, mais dont le foie est lésé, de même elle peut manquer chez des sujets franchement vagotoniques, mais dont le foie est indemne. Ce n'est donc pas un réactif du tonus organo-végétatif, mais une épreuve d'exploration de la fonction protéopexique du foie.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode d'analyse harmonique des ondes de courants alternatifs par comparaison avec un alternateur-étalon polyharmonique.* Note de M. **André Blondel** (Extrait) (1).

J'ai montré dans de précédents Mémoires comment on peut réaliser d'une manière précise l'analyse harmonique des ondes des courants alternatifs à l'aide des galvanomètres vibrants avec réglage de résonance, avec ou sans l'aide de condensateurs ou de transformateurs. Cette méthode ne prête à aucune critique quand on essaie un alternateur tournant à une

(1) Document retiré du pli cacheté n° 8598, ouvert à la demande de l'auteur, en la séance du 9 mars 1925.

vitesse régulièrement constante (le régulateur de la machine motrice étant bloqué).

Il semble donc opportun de rechercher une autre méthode purement électrique pouvant s'appliquer à l'étude des réseaux à vitesses variables; le procédé que je vais décrire paraît devoir résoudre complètement le problème, en supposant, bien entendu, que les variations de vitesse sont relativement lentes, c'est-à-dire que leur période est de l'ordre de la période d'oscillation propre des alternateurs, et *a fortiori* de l'oscillation propre des alternateurs accouplés.

Dans ces conditions, on peut brancher sur le réseau un petit moteur synchrone, tournant à vide, avec la sécurité que, s'il est bien construit, ce moteur suivra synchroniquement toutes ces variations de vitesse lentes.

On accouplera d'une manière rigide à ce moteur l'arbre du rotor d'un petit alternateur synchrone spécial polyharmonique, c'est-à-dire donnant une onde de force électromotrice présentant toute la série des harmoniques supérieurs, avec une amplitude relativement plus grande que dans les alternateurs ordinaires; si l'on a soin que l'alternateur donne le même nombre d'alternances par tour que le moteur synchrone, on pourra trouver dans sa force électromotrice toute la série des harmoniques constamment en synchronisme avec les harmoniques du réseau à étudier qui alimente le moteur synchrone; et il n'y aura plus, par conséquent, qu'à tarer une fois pour toutes l'amplitude des divers harmoniques de l'alternateur dans les conditions d'excitation données (qui ne devront pas être modifiées) pour pouvoir employer l'alternateur comme source de comparaison qu'on mettra en opposition à la force électromotrice du réseau; on pourra amener en résonance successivement chacun des termes harmoniques résultant de la différence entre les forces électromotrices du réseau et de l'alternateur, et déterminer par une méthode potentiométrique l'annulation du courant dans le circuit de résonance, ce qui ramène la mesure à une méthode de zéro, perceptible par exemple par le son dans un téléphone.

Cela exige cependant d'autre part que la force électromotrice harmonique prise comme terme de comparaison soit mise exactement en opposition de phase avec celle qu'on veut mesurer; pour obtenir cette opposition de phase, on munira, par exemple, l'alternateur polyharmonique d'un stator, non pas fixe, mais mobile autour des paliers, et l'on donnera à ce

stator le calage angulaire qui rend le son dans le téléphone minimum pour l'harmonique en résonance. Le réglage de la position angulaire pourra se faire par roue dentée, ou mieux par vis sans fin si l'on veut étudier des harmoniques d'ordre très élevé.

L'alternateur polyharmonique sera taré préalablement à une vitesse rigoureusement constante, au moyen de la méthode du galvanomètre de résonance que j'ai décrite antérieurement, et l'on connaîtra par conséquent très exactement les rapports en pourcentage de l'amplitude des divers harmoniques par rapport à l'harmonique de l'onde fondamentale; une fois ces rapports connus, ils ne seront pas modifiés par les variations de vitesse, qui, d'autre part, agissent de la même manière et synchroniquement sur le réseau et sur l'alternateur A.

Un autre avantage de la méthode, c'est qu'elle est indépendante de toutes les pertes parasites (hystérésis diélectrique, effet Dolezalek dans les fils des bobines, etc.) qui peuvent se produire dans le circuit de résonance SPC, y compris le téléphone; on élimine ainsi toutes les causes d'erreur qui rendent si délicate et si peu sûre dans les conditions ordinaires l'analyse par résonance électrique.

Si l'on veut s'affranchir de toute difficulté, on peut remplacer le téléphone par un galvanomètre qu'on met en résonance sur la fréquence moyenne de l'harmonique à mesurer; on observe la courbe en étalant le spot sur une glace en verre dépoli au moyen d'un miroir tournant ou oscillant suivant le dispositif optique adopté dans les oscillographes. La courbe se présente alors comme une superposition de la sinusoïde fondamentale et d'une ondulation d'amplitude variable correspondant à l'harmonique étudié; ces ondulations s'enroulent autour de la courbe produite par la sinusoïde fondamentale, qui peut être légèrement déformée par l'ensemble des autres harmoniques, mais dans tous les cas l'harmonique étudié se voit très nettement. Il suffit de régler le potentiomètre jusqu'au moment où les ondulations que produit cet harmonique disparaissent complètement.

On réalise ainsi une méthode de zéro un peu spéciale puisque le zéro ne coïncide pas avec celui du galvanomètre, mais avec une courbe ([1]).

([1]) A défaut de cette installation oscillographique, on peut encore réduire l'amplitude de l'harmonique fondamental et des harmoniques non étudiés en remplaçant le

On a décrit un type spécial d'alternateur polyharmonique. Une solution beaucoup plus simple consistera à remplacer cet alternateur par un contacteur tournant également entraîné par un petit moteur synchrone ou une petite commutatrice. Ce contacteur inversera périodiquement la tension d'une batterie d'accumulateurs de façon à produire une onde de force électromotrice alternative en forme de rectangles, dans laquelle il est possible de trouver toute la série des harmoniques de rang impair, dont on connaît même, par des considérations théoriques, la loi de décroissance des amplitudes en fonction de la tension continue de la batterie. On sera ainsi dispensé de tout étalonnage.

L'opposition de phase entre les harmoniques obtenus par ce moyen et ceux du réseau à étudier se réglera par simple déplacement du frotteur f monté à cet effet sur un cercle, qui peut même être gradué si on le désire.

M. A. **Verschaffel**, en envoyant à l'Académie les observations faites en 1920 et 1921 au Cercle méridien de l'Observatoire d'Abbadia, présente les remarques suivantes :

Nous avons publié en 1923 un Catalogue de 1343 étoiles fondamentales données dans les diverses Éphémérides : *Connaissance des Temps*, *Nautical*, *Jahrbuch*, *American Ephemeris*, etc.

Les positions publiées ont été tirées d'un ensemble de 12700 observations faites sur chacune des deux coordonnées Æ et δ. On a commencé les réductions par les méthodes employées précédemment. A un moment donné, on s'est aperçu qu'on ne pouvait utiliser les constantes instrumentales déterminées par le niveau ou le nadir. Nous avons tiré les constantes de réduction des observations elles-mêmes.

Nous nous étions déjà aperçus, avant de commencer les réductions des

téléphone par un monotéléphone réglable qu'on accorde sur la fréquence moyenne de l'harmonique à mesurer. La double résonance électrique et mécanique améliore la sélection.

Dans le même ordre d'idées, on peut également faire intervenir une transformation par transformateur interposé entre le circuit de résonance et le téléphone; le transformateur étouffe davantage les harmoniques inférieurs.

observations, que la Constante de la réfraction, qui sert de base aux tables de réfraction publiées dans la *Connaissance des Temps*, ne convenait pas au climat d'Abbadia. J'avais fait une correction empirique à ces tables, ne visant qu'à faire concorder nos résultats en déclinaison, *dans l'ensemble*, avec les Éphémérides, et à ne mettre en évidence que les écarts individuels des étoiles, ce qui était l'unique résultat auquel nous pouvions prétendre.

Toutes les réductions furent effectuées ainsi. Une comparaison, faite alors, de tous nos résultats avec les positions des Éphémérides, mit bien en évidence qu'il y avait encore à faire une correction fondamentale à nos réductions en déclinaison (voir le Tableau IX de l'Introduction au Catalogue des 1343 étoiles 1923).

On décida de chercher une Constante de la réfraction convenant au ciel d'Abbadia. C'est mon successeur, M. l'Abbé Calot, secondé par l'aide dévoué de tous ses collaborateurs, en tête desquels il faut nommer M. Joseph Exposito, qui a commencé ce gros travail et l'a mené à bonne fin en moins d'un an. Par des calculs patients, portant sur 714 fondamentales, dont les équations correspondantes ont été traitées par la méthode des moindres carrés, on a été conduit à la valeur moyenne de 60″,615 de la Constante de la réfraction, qui semble bien être la plus probable pour l'atmosphère un peu spéciale d'Abbadia. Ce serait donc à très peu près la Constante de Laplace et de Delambre (qui est de 66″,616). On sait que la *Connaissance des Temps*, après avoir utilisé pendant plus d'un siècle cette dernière constante, y a renoncé en 1915, pour adopter 60″,154 (Constante de Bauschinger). On peut noter qu'à Paris M. Lambert a trouvé 60″,874 et M. Gonnessiat à Alger 60″,200.

On a repris, sur cette base de 60″,615, les réductions des 1343 étoiles du Catalogue d'Abbadia, en renonçant cette fois aux corrections empiriques employées depuis quelques années. Il en est résulté des modifications sensibles dans les déclinaisons de nos étoiles. Il faut ajouter que des études postérieures à la publication de ce Catalogue, études portant à la fois sur la flexion et la réfraction, avaient montré que la flexion pouvait être regardée comme exacte, et que c'était bien la Constante de la Réfraction qui devait être incriminée. Quand on parle de cette constante, il s'agit d'ailleurs d'une *valeur moyenne* pour un Observatoire déterminé, car aujourd'hui les astronomes semblent être d'accord pour admettre que la Constante de Réfrac-

tion varie en un lieu donné avec les azimuts et avec les saisons, qu'elle varie même souvent d'un instant à l'autre.

M. Émile Picard fait au sujet de la Communication ci-dessus l'observation suivante :

En transmettant la Note de notre éminent Correspondant, je tiens à rendre hommage au zèle intelligent et au dévouement avec lesquels M. l'Abbé Verschaffel a dirigé pendant vingt-cinq ans notre Observatoire d'Abbadia. Servi par son admirable ingéniosité, il a réussi, avec des moyens très limités et sous un ciel assez peu favorable aux observations, à faire de l'Observatoire de l'Académie un établissement dont les publications comptent dans le monde astronomique. Il a su aussi former des continuateurs de son œuvre, qui reste en bonnes mains avec M. l'Abbé Calot et ses dévoués collaborateurs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des cyclohexénols par déshydratation catalytique des cyclohexanediols.* Note [1] de M. **J.-B. Senderens.**

I. Dans une Communication précédente [2] j'ai montré que les cyclohexanediols chauffés avec 3 à 4 pour 100 en volume d'hydrate sulfurique $SO^4H^2 + 3H^2O$ se déshydratent en donnant les cyclohexadiènes mêlés d'un résidu qui, dans mes expériences, s'élevait à 3 pour 100 pour la résorcite et à 8 pour 100 pour la quinite. La réaction se faisait dans un ballon communiquant avec un refrigérant Liebig au moyen d'un tube recourbé dont la branche ascendante avait une vingtaine de centimètres de hauteur (*dispositif* A). J'ai constaté plus tard que le résidu laissé par les cyclohexadiènes était plus abondant avec une branche ascendante plus courte, et que ce résidu était en majeure partie du cyclohexénol. C'est ce qui m'a amené à remplacer le ballon par une cornue tubulée munie d'un thermomètre plongeant dans le liquide et dont le col était relié par un réfrigérant

---

(1) Séance du 9 mars 1925.

(2) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1183.

au flacon destiné à recevoir les produits de la réaction (*dispositif* B). Avec cet appareil les deux cyclohexanediols, quinite et résorcite, ont fourni, en même temps que les cyclohexanediènes, une quantité notable et même prépondérante de cyclohexénols ou tétrahydrophénols, dans les conditions qui vont être exposées.

II. *Cyclohexénol dérivé de la quinite.* — La déshydratation de la quinite laisse prévoir, par perte de deux molécules d'eau, les deux cyclohexadiènes $\Delta^{1,3}$ et $\Delta^{1,4}$, tandis que, par perte d'une molécule, elle ne donnerait lieu qu'à un seul cyclohexénol Δ_3, d'après les schémas suivants :

CHOH	CH	CH	CHOH
CH^2 — CH^2	CH^2 — CH	CH^2 — CH	CH^2 — CH^2
CH^2 — CH^2	CH^2 — CH	CH — CH^2	CH^2 — CH
CHOH	CH	CH	CH
Quinite.	Cyclohexadiène $\Delta^{1,3}$.	Cyclohexadiène $\Delta^{1,4}$.	Cyclohexénol Δ_3. Cyclohexène-3-ol-1.

Le dispositif A fournit en majeure partie les carbures $\Delta^{1,3}$ et $\Delta^{1,4}$, tandis qu'avec le dispositif B le cyclohexénol est prépondérant. En mêlant, en effet, 3^{cm^3} de $SO^4H^2 + 3H^2O$ à 100^g de quinite fondue, dans une cornue, on voit, dès la température de 150°, le mélange entrer en ébullition et l'on recueille un liquide qui, séparé de l'eau et séché sur le carbonate de potasse, a donné à une première distillation pour 200^{cm^3} :

		cm³	
(*a*)	82°- 90°...............	62	cyclohexadiènes $\Delta^{1,3}$ et $\Delta^{1,4}$
(*b*)	90-160...............	20	
(*c*)	160-168...............	113	cyclohexénol
	Résidu...............	5	
		200	

En fractionnant de nouveau les portions (*b*) et (*c*), j'ai obtenu 108^{cm^3} de cyclohexénol bouillant à 165°-166° corr., $H = 750^{mm}$. Ce cyclohexénol, chauffé avec $SO^4H^2 + 3H^2O$ dans le dispositif A, se transforme totalement en eau et cyclohexadiènes. On s'explique dès lors qu'avec ce dispositif A la quinite ne donne guère que des carbures, le cyclohexénol qui se forme retombant dans la masse, tandis qu'avec le dispositif B il est en majeure partie entraîné hors de la cornue et échappe à la déshydratation.

Ce cyclohexénol a été caractérisé par son phényluréthane que j'ai d'abord préparé en chauffant *au bain-marie*, durant une heure, un mélange de 6^{cm^3}

de cyclohexénol et de 6^{cm^3} d'isocyanate de phényle. Il est préférable de chauffer *au bain de sable* ce mélange qui, arrivé à une certaine température, manifeste une très vive réaction terminée après quelques minutes avec la formation du phényluréthane, lequel se détruit si la température continue à s'élever. Ce phényluréthane est soluble à froid dans l'alcool, l'éther et la benzine; il se dissout à chaud dans la *benzine de pétrole*, d'où il se dépose par refroidissement en longues aiguilles prismatiques fusibles à 79°.

Préparé aisément, comme on vient de le voir, par la déshydratation incomplète de la quinite, le cyclohexénol Δ_3 ou cyclohexène-3-ol-1 est un liquide incolore, légèrement huileux. Sa densité $D^{10°} = 0,993$. Il bout à 165°-166° corr. et son phényluréthane fond à 79°. Ce sont sensiblement les constantes physiques assignées par Bæyer au cyclohexénol qu'il avait obtenu en chauffant l'éther monoiodhydrique de la quinite avec la quinoléine [1]. Le cyclohexénol Δ_3 a une odeur qui rappelle celle du cyclohexène dont il reproduit les réactions caractéristiques. C'est ainsi qu'une goutte additionnée d'acide sulfurique en solution alcoolique fournit, comme le cyclohexène, une coloration jaune, tandis que dans les mêmes conditions le cyclohexadiène donne un violet rouge intense. Il décolore instantanément le permanganate de potasse. En vertu de sa fonction alcoolique il fournit des éthers-sels. Son *éther acétique* que j'ai préparé au moyen de l'anhydride acétique est un liquide d'odeur agréable bouillant à 178°-180° corr. avec une légère décomposition, qui décolore le permanganate de potasse et qui, avec la solution alcoolique d'acide sulfurique, donne, comme le cyclohexénol, une coloration jaune, quoique moins intense.

III. *Cyclohexénol dérivé de la résorcite.* — L'inspection du schéma de la résorcite semblerait indiquer qu'elle peut, par perte d'une molécule d'eau, donner lieu aux deux cyclohexénols ci-dessous :

CHOH	CHOH	CHOH
CH^2 — CH^2	CH^2 — CH	CH^2 — CH^2
CH^2 — CHOH	CH^2 — CH	CH^2 — CH
CH^2	CH^2	CH
Résorcite.	Cyclohexénol Δ_2. Cyclohexène-2-ol-1.	Cyclohexénol Δ_3. Cyclohexène-3-ol-1.

---

[1] Bæyer, *Ann. Chim.*, 278, 1894, p. 97.

Le cyclohexénol Δ_2 a été obtenu par M. Brunel en partant du dibromure de son éther-oxyde, lequel, par une solution aqueuse de HI saturée à 0°, donne du dibromocyclohexanol qui, traité en solution alcoolique par la poudre de zinc, fournit le cyclohexénol Δ_2, liquide incolore, bouillant à 164°-165°, dont le phényluréthane fond à 108° [1].

Ne pouvant se différencier par leurs points d'ébullition qui sont identiques, les cyclohexénols Δ_3 et Δ_2 se distinguent nettement par leurs phényluréthanes dont les points de fusion sont 79° pour le premier et 108° pour le second.

En déshydratant la résorcite par $SO^4H^2 + 3H^2O$ dans le dispositif B, il semble qu'on devait s'attendre à avoir un mélange des deux cyclohexénols lesquels auraient fourni un mélange de deux phényluréthanes avec un point de fusion correspondant à ce mélange.

Or c'est exactement à 79° qu'a fondu le phényluréthane du liquide bouillant à 165°-166° provenant de la déshydratation de la résorcite, d'où il a fallu conclure que, par perte d'une molécule d'eau, la résorcite donne le cyclohexénol Δ_3 à l'exclusion du Δ_2.

En même temps, par perte de $2H^2O$, il se fait, mais en bien moindre quantité, les deux cyclohexadiènes $\Delta^{1,3}$ et $\Delta^{1,4}$. Mais, comme je l'ai dit [2], le cyclohexadiène $\Delta^{1,3}$ est en proportion 5 fois plus grande que le $\Delta^{1,4}$, ce qui pourrait expliquer la formation exclusive du cyclohexénol Δ_3.

IV. Le schéma de la *pyrocatéchite* indiquerait que, par perte d'une molécule d'eau, elle devrait donner uniquement le cyclohexénol Δ_2 (cyclohexène-2-ol-1). Malheureusement la déshydratation de la pyrocatéchite qui est extrêmement pénible dans le cas de la préparation du cyclohexadiène correspondant [3] a résisté aux tentatives que j'ai faites pour obtenir le cyclohexénol.

---

(1) BRUNEL, *Comptes rendus*, 141, 1905, p. 1339.

(2) J.-B. SENDERENS, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1185.

(3) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1184.

GÉOLOGIE. — *Sur le rôle des volcans secondaires dans le Massif des Monts Dore durant les périodes glaciaires. Le volcan-verrou de Saint-Pierre-Colamine (Puy-de-Dôme).* Note [1] de M. **Ph. Glangeaud.**

J'ai indiqué à maintes reprises que chacun des *quatre groupes volcaniques principaux* constituant le Massif des Monts Dore comprenait un grand nombre de volcans secondaires, édifiés successivement et groupés suivant des lignes de fractures sur les flancs d'un appareil éruptif dominé par une (Sancy, Aiguiller) ou plusieurs (Banne d'Ordanche) bouches maîtresses.

Ces volcans secondaires, très polymorphes (dômes, coulées-dômes, volcans à cratère) en raison de la variété des laves émises, ont joué un rôle important dans la répartition des dépôts morainiques et la distribution des vallées, généralement glaciaires, qui entaillent profondément l'édifice volcanique. Ce rôle et les dépôts glaciaires avec lesquels ils sont en relation étaient, jusqu'ici, complètement inconnus.

Nécessairement, les premiers glaciers s'étendirent à la partie inférieure des névés entourant la bouche centrale, entre les volcans secondaires qui émergeaient à travers la calotte de glace divisée par ces volcans en une série de lobes de plus en plus nombreux à la périphérie.

Les volcans secondaires ne se bornèrent pas à diviser les glaciers, mais déterminèrent également, avec les coulées qui en étaient issues, l'emplacement des premières vallées glaciaires qui fut généralement et définitivement fixé, car elles s'encaissèrent peu à peu dans les flancs des édifices suivant les lignes de plus grande pente.

En outre, les cônes de scories furent rapidement balayés et le culot cratérique apparut en relief, jouant le rôle de butoir ou de verrou, qui ne tarda pas à être moutonné à l'amont et parfois sur les flancs, contre lesquels vinrent s'accumuler des matériaux morainiques entraînés par le glacier.

Beaucoup de culots cratériques des Monts Dore, de même que certains dômes et dômes-coulées furent ainsi moutonnés, et parfois complètement enfouis sous la nappe de glace qui abandonnait des blocs morainiques de

---

(1) Séance du 9 mars 1925.

grande taille sur leurs parties les plus élevées. Ce dernier cas s'observe notamment à Vassivières, au Roc de l'Aigle, au Puy Serveix, etc.

C'est donc en ces points, dominant les plateaux, qu'il faut rechercher les *plus vieilles moraines*, dont l'altitude donne une idée parfois assez précise de la hauteur minimum à laquelle s'est élevé le glacier qui les a déposées et de la puissance de ce dernier. J'ai montré qu'il y eut, au moins 3 *phases glaciaires* dans cette région, correspondant vraisemblablement aux phases mindélienne, rissienne et wurmienne des Alpes. Par suite des creusements glaciaires successifs, les vallées furent dominées de plus en plus par les culots et les dômes primitifs, avec leur cortège de vieilles moraines suspendues. Aussi observe-t-on généralement à partir de la base amont, des culots cratériques, ou des dômes, 3 *séries de moraines*, étagées sur le flanc et le fond des vallées, où l'on voit surgir quelquefois des verrous représentant des culots cratériques *plus anciens*, restes des volcans secondaires enfouis sous des projections et des laves et réapparaissant au jour par érosion.

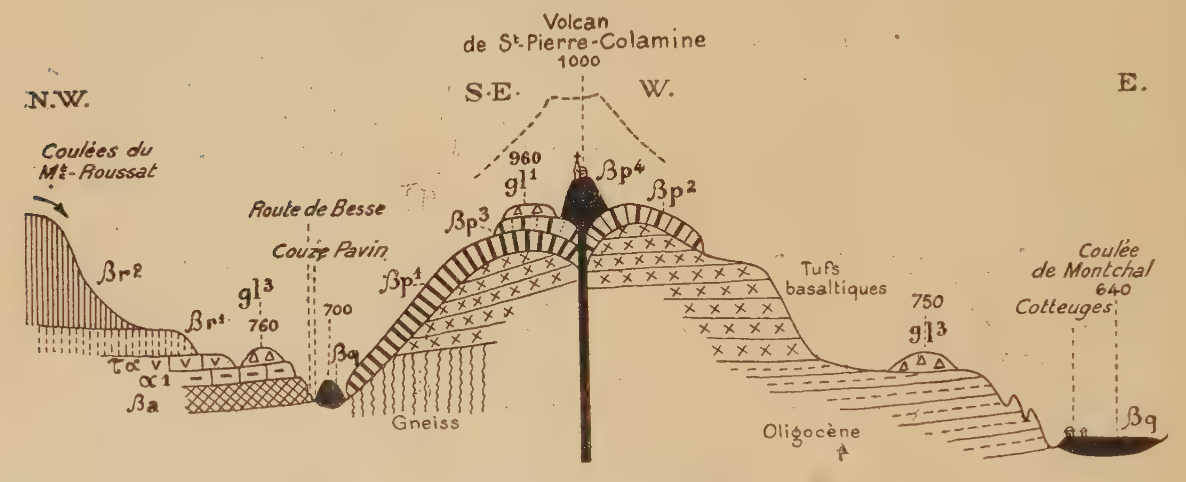
Parmi les plus intéressants de ces volcans secondaires, en relation avec des moraines, je citerai, dans le volcan du Sancy, où ils sont les plus fréquents, en raison de l'altitude élevée primitive de cet édifice (2500^{m}) : le *mont Pouget* (1577^{m} trachy-andésite), le cône curieux de *Courlande* (1497^{m}, labradorite téphritique) moutonnés à l'amont par les glaciers de la plus ancienne glaciation, le *mont Bazet* (1271^{m}, labradorite téphritique) qui se dressent au-dessus de la vallée wurmienne de Reboison.

Les dômes-coulées digités jumeaux et trachy-andésitiques de *Charlannes et de Charbonnières* (1200^{m}) furent d'abord submergés par un glacier issu de Cliergue et de la montagne de Bozat, qui recouvrit aussi le plateau de Charlannes dominant la Bourboule de multiples et énormes blocs de trachy-andésite et de trachy-phonolite. Le glacier creusa ensuite entre les deux dômes une petite vallée glaciaire, remblayée aujourd'hui par une moraine. Le *Puy Lafond* (1189^{m}) est un beau butoir basaltique qui a divisé en deux autres les lobes de glace descendant des régions précitées. Sa partie amont est encore couverte de blocs morainiques de trachy-andésite de grande taille.

La *Roche Vendeix* (neck d'andési-labradorite) qui s'élève au sud de la Bourboule a joué également le rôle de verrou glaciaire et présente en amont,

à peu de distance de son sommet, un placage morainique suspendu avec blocs de trachy-phonolite.

Près du lac Pavin, le *Puy de Pertuzat* (1301^{m}, andésite) a été moutonné par les glaciers, de même que le *Puy Serveix* et surtout le *mont Redon* (à l'est de Besse, 1802^{m}), qui constitue un culot basaltique imposant, presque entièrement *enveloppé* par des moraines faisant suite à celles qui descendent des hauteurs du Puy Ferrand.



Coupe à travers le volcan de Saint-Pierre-Colamine et ses abords.

βp^1, βp^2, βp^3, coulées de basalte; βp^4, neck; βa, α^1, $\tau\alpha$, basalte, andésite et trachy-andésite des Monts Dore; βr^1, βr^2, coulées de basalte du mont Roussat; βq, coulée basaltique quaternaire de Montchal; gl^2, glaciaire ancien; gl^3, glaciaire récent (Wurmien).

Je signalerai aussi, en dehors du volcan du Sancy, le dyke célèbre (trachy-phonolite à haüyne) de la *Roche Sanadoire* (1288^{m}) qui représente un énorme filon ou la base d'un culot cratérique, mis fortement en relief sur 200^{m} de haut par une érosion au moins, en partie glaciaire, ainsi que le prouvent les restes de moraines que j'ai découvertes à l'est, près du sommet, et les deux cirques glaciaires plus récents qui s'étagent sur ses versants nord et ouest.

Il faut faire une mention spéciale à un volcan plus intéressant encore comme verrou glaciaire. Je veux parler du *volcan de Saint-Pierre-Colamine*, situé à 4^{km} à l'est de Besse. Vu des environs de cette localité, il se dresse (altitude 1000^{m}) au-dessus de l'horizon de la Limagne et l'on ne s'explique

pas tout d'abord l'existence de cette pyramide de 300^{m} de haut (couronnée par une vieille église), dominant directement la vallée de la Couze Pavin, dont le thalweg est occupé par la longue coulée quaternaire supérieur du volcan de Montchal.

La partie élevée de cette pyramide représente un neck basaltique de 40^{m} de haut (mis en relief par l'érosion en partie glaciaire) d'où partent quatre coulées de basalte, riche en titanaugite, en relation avec des tufs basaltiques constituant un escarpement dans lequel sont creusées des grottes très anciennes (grottes de Jonas).

Le volcan de Saint-Pierre est édifié sur une fracture de direction N-NO limitant deux compartiments, l'un gneissique, l'autre oligocène. Les coulées sud et nord-ouest qui reposent sur des gneiss sont recouvertes à l'altitude 960^{m}, par un dépôt morainique renfermant des blocs de gneiss à cordiérite d'andésite et de trachy-phonolite des Monts Dore, moraine qui se rattache aux dépôts glaciaires supérieurs amont des environs de Besse et du mont Redon.

Sur le flanc Nord-Est de la colline on observe, à l'attitude 750 : un *dépôt morainique inférieur plus récent*, correspondant à la *glaciation wurmienne*, dépôt se reliant à un autre lambeau glaciaire situé sur deux coulées d'andésite issues du flanc Est du Sancy et en relation avec d'autres coulées dont la coupe ci-contre montrera tout l'intérêt, car ces laves des Monts Dore sont recouvertes par des coulées de basalte à enclaves granitiques et gneissiques du *volcan voisin de Roussat,* formant des à-pics prismés de 80^{m} de haut.

La succession éruptive relevée sur la rive gauche de la Couze Pavin appartient donc au moins à trois volcans différents. Cet exemple, qui est fréquent, montre combien il faut être prudent, quand on relève dans un Massif volcanique une succession de coulées superposées, car elles peuvent appartenir à plusieurs centres éruptifs.

En résumé, la topographie actuelle du volcan du Sancy a été généralement imposée par les nombreux volcans secondaires qui se dressèrent successivement sur ses flancs, et qui labourés et démantelés par les glaciers ont été fortement mis en relief par ces derniers.

M. **H. Le Chatelier** fait hommage à l'Académie d'un ouvrage qu'il vient de publier sous le titre *Science et Industrie*.

ÉLECTIONS.

Par 51 suffrages contre 2 à M. *Louis Boutan*, 2 à M. *Charles Janet* et 1 à M. *Louis Vialleton*, M. **René Kœhler** est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats à la place d'astronome titulaire, vacante à l'Observatoire de Paris.

(Renvoi à la Division des Sciences mathématiques.)

Sir **John Russell**, élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse des remercîments à l'Académie.

M. **Luc Picart**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. **A. Fowler**, Secrétaire général de l'*Union astronomique internationale*, transmet à l'Académie le programme de la réunion qui se tiendra à Cambridge du 14 au 22 juillet prochain.

M. le **Secrétaire général** du *XXe Congrès national des Pêches et Industries maritimes* invite l'Académie à se faire représenter à cette assemblée, qui se tiendra, à Bordeaux, au mois de septembre prochain.

M. E. Schribaux prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section d'Économie rurale, par le décès de M. *L. Maquenne*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le fascicule LXIX des Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, prince souverain de Monaco : *Copépodes particulièrement bathypélagiques provenant des campagnes scientifiques du Prince Albert Ier de Monaco*, par G. O. Sars. (Présenté par M. Ch. Gravier.)

2° *Notations et formules vectorielles*, par A. Lafay. (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

3° *Icones selectae fungorum*, par P. Konrad et A. Maublanc (Préface de René Maire). (Présenté par M. L. Mangin.)

4° *The Production and Measurement of Low Pressures*, by F. H. Newman.

5° *Cosmographie et Navigation*, par C. Cornet. (Présenté par M. R. Bourgeois.)

6° *Sur la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre d'une seule fonction inconnue*, par N. N. Saltykow. (Présenté par M. P. Appell.)

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les nombres de Fermat.*
Note de M. Kraïtchik, présentée par M. d'Ocagne.

On appelle nombres de Fermat les nombres de la forme

$$F_n = 2^{2^n} + 1.$$

Euler (1732) a prouvé que ces nombres peuvent être composés, contrairement à ce que croyait Fermat. Gauss (1801) a démontré que seuls les polygones réguliers dont le nombre de côtés est de la forme 2^k. F, F′, F″, ... sont inscriptibles géométriquement F, F′, F″, ... étant des nombres premiers de Fermat.

Des recherches systématiques sur les nombres de Fermat sont dues

à Pervouchine (1), Seelhoff (2), Cunningham (3) et Western (4).

Nous avons aussi poursuivi de telles recherches. A cet effet nous avons examiné :

a. Tous les nombres premiers de la forme $512K+1$ inférieurs à 10^7;

b. Tous les nombres premiers de la forme $K2^n+1=N$ avec $10^8<N<10^{12}$ et $1\leqq K<100$ (5).

Nous n'avons ainsi trouvé aucun diviseur des nombres de Fermat, en dehors de ceux qui sont connus.

Mais, en élargissant les limites de K, nous venons d'étudier les nombres

$$K2^n+1=N,$$

avec

$$10^8<N<10^{12} \quad \text{et} \quad 1\leqq K<1000.$$

Entre ces limites nous avons relevé 6668 nombres dont 572 sont premiers, et, parmi ces 572 nombres premiers, un seul qui soit diviseur de nombre de Fermat; c'est le nombre

$$N=579\times 2^{21}+1=1214251009,$$

diviseur de

$$F_{15}=2^{2^{15}}+1.$$

(On a fait abstraction du nombre $5.2^{25}+1$, diviseur de F_{23}, résultat trouvé par Pervouchine.)

Ceci nous engage à résumer les résultats connus jusqu'à ce jour dans le tableau qui suit :

1° F_n est premier pour $n=0, 1, 2, 3, 4$;

2° Facteurs de F_n.

---

(1) *Bulletin de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, 25, 1878-1879, p. 63.

(2) *Zeitschrift für Mathematik und Physik*, 31, 1886, p. 170-174.

(3) *The Messenger of Mathematics*, 37, septembre 1907, p. 65-83.

(4) *Proceedings of the London Mathematical Society*, 2e série, I, 3e partie, 1904, p. 175.

(5) M. Kraïtchik, *Recherches sur la théorie des nombres*. Paris, Gauthier-Villars, 1925, p. 11, 13, 30, 31, 53, 192-204, 268.

n.	Facteurs de F_n.	Auteurs.	Date.
5....	$F_5 = 641 \times 6700417$	Euler	1732
6....	$F_6 = 274177 \times 67280421310721$	Landry	1880
7.... 8....	Composés, mais on n'en connaît pas les facteurs.	Morehead, Western	1909
9....	$37.2^{16}+1$	Western	1903
11....	$39.2^{13}+1$	Cunningham	1899
	$119.2^{13}+1$		
12....	$7.2^{14}+1$	Pervouchine, Lucas	1878
	$397.2^{16}+1$	Western	1903
	$973.2^{16}+1$	Western	1903
15....	$579.2^{21}+1$	Kraïtchik	1925
18....	$13.2^{20}+1$	Western	1903
23....	$5.2^{25}+1$	Pervouchine	1878
36....	$5.2^{39}+1$	Seelhoff	1886
38....	$3.2^{41}+1$	Cullen, Cunningham, Western	1903
73....	$5.2^{75}+1$	Morehead	1905

GÉOMÉTRIE. — *Sur une représentation des surfaces.* Note de M. G.-Y. **Rainich**, présentée par M. Hadamard.

1. En poursuivant à l'aide de la méthode vectorielle des recherches dans le domaine de la Physique théorique, je suis parvenu à une représentation des surfaces réelles ordinaires qu'on peut considérer comme une généralisation de la représentation des surfaces minima par les formules de Weierstrass. Je donnerai ici les formules finales détachées de la méthode vectorielle. Il est intéressant de remarquer que O. Bonnet a proposé en 1860 un système de variables semblable à celui qui est employé dans ce qui suit, sans arriver, toutefois, à une représentation intégrale.

2. Considérons dans un plan un système de coordonnées rectangulaires x, y, et dans l'espace un pareil système X, Y, Z. Dans le plan considérons trois fonctions a, b, c assujetties aux conditions

$$\left(\frac{\partial a}{\partial y}-\frac{\partial b}{\partial x}\right)(1+x^2+y^2)+2(a+c)\,y=0,$$

$$\left(\frac{\partial c}{\partial x}-\frac{\partial b}{\partial y}\right)(1+x^2+y^2)+2(a+c)\,x=0,$$

$$\left(\frac{\partial a}{\partial y}-\frac{\partial b}{\partial x}\right)x=\left(\frac{\partial c}{\partial x}-\frac{\partial b}{\partial y}\right)y.$$

En vertu de ces équations, les expressions sous les signes intégraux dans

$$X = \int (a\,dx + b\,dy)\frac{1 - x^2 + y^2}{2} - (b\,dx + c\,dy)\,xy,$$

$$Y = \int (b\,dx + c\,dy)\frac{1 + x^2 - y^2}{2} - (a\,dx + b\,dy)\,xy,$$

$$Z = \int (a\,dx + b\,dy)\,x + (b\,dx + c\,dy)\,y$$

sont des différentielles exactes et ces intégrales représentent une surface.

3. Les coefficients de la première forme différentielle de cette surface sont

$$E = \lambda^2(a^2 + b^2), \qquad F = \lambda^2(a + c)\,b, \qquad G = \lambda^2(b^2 + c^2),$$

où $\lambda = 1 + x^2 + y^2$, et pour les coefficients de la seconde forme, nous trouvons simplement $D = a$, $D' = b$, $D'' = c$, de sorte que, pour la courbure totale et la courbure moyenne, nous avons respectivement

$$K = \frac{1}{\lambda^4(ac - b^2)}, \qquad M = \frac{a + c}{\lambda^2(ac - b^2)}.$$

Les équations (1) sont les équations de Codazzi pour la surface représentée par les formules (2).

4. Chaque surface, ou portion de surface, sur laquelle la courbure totale ne devient pas nulle, peut être représentée par les formules (2). En particulier, si la courbure moyenne est nulle, les équations (1) prennent la forme

$$\frac{\partial a}{\partial y} = \frac{\partial b}{\partial x}, \qquad \frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial b}{\partial y} = 0,$$

et l'on peut considérer $a - bi$ comme une fonction analytique de la variable complexe $x + yi$. Les formules (2) se réduisent dans ce cas aux formules connues de Weierstrass pour les surfaces minima.

Si $b = 0$, $c = a$, nous avons

$$\frac{\partial a}{\partial y} + \frac{4ay}{1 + x^2 + y^2} = 0, \qquad \frac{\partial a}{\partial x} + \frac{4ax}{1 + x^2 + y^2} = 0,$$

d'où $a(1 + x^2 + y^2)$ est égale à une constante ρ; cela signifie que la courbure totale est constante; nous avons une sphère de rayon ρ.

5. En ajoutant les valeurs des a, b, c correspondant à deux surfaces diffé-

rentes, nous obtenons trois nouvelles fonctions qui satisfont aux équations (1), puisque ces équations sont linéaires et homogènes. Si, en particulier, nous appliquons cette remarque à une sphère et une surface minima, nous obtiendrons les formules pour une surface à courbure moyenne constante.

6. Les formules de cette Note peuvent être généralisées sans difficulté pour représenter une hypersurface à n dimensions dans l'espace euclidien à $n+1$ dimensions. Les équations (1) deviennent

$$\frac{\partial \lambda a_{ij}}{\partial x_k} - \frac{\partial \lambda a_{ik}}{\partial x_j} = (\delta^i_k a_{\rho j} - \delta^i_j a_{\rho k}) x^\rho,$$

$$x^\rho \left(\frac{\partial a_{\rho j}}{\partial x_k} - \frac{\partial a_{\rho k}}{\partial x_j} \right) = 0,$$

où $\lambda = \frac{1 + x_\rho^2}{2}$ et les indices grecs indiquent la sommation. La représentation paramétrique est

$$X^i = \int (\lambda a_{i\rho} - x^i x^\sigma a_{\rho\sigma})\, dx^\rho, \qquad Z = \int a_{\rho\sigma} x^\sigma dx^\rho.$$

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur un espace métrique universel.* Note (¹) de M. Paul Urysohn.

1. Le but de la présente Note est de construire un espace métrique séparable U (²) qui soit *universel*, c'est-à-dire qui contienne une *image isométrique* (³) de tout espace métrique séparable. C'est en généralisant un

---

(¹) Séance du 2 février 1925.

(²) La notion d'*espace métrique* [= classe (D)] est due à M. Fréchet (voir par exemple *Ann. Éc. Norm.*, 3ᵉ série, 38, 1921, p. 341 et suiv.); on entend par là un ensemble abstrait E où la *distance* $\rho(a, b)$ entre deux éléments quelconques (*points* de l'espace métrique) est définie de façon qu'on ait

$$\rho(a, a) = 0 < \rho(a, b) = \rho(b, a) \leq \rho(a, c) + \rho(b, c),$$

quel que soit le troisième point c. Un espace métrique est dit *séparable* s'il y existe un ensemble partout dense, au plus dénombrable.

(³) Nous dirons que l'ensemble E_0 (situé dans l'espace métrique R) est une *image*

problème posé par M. Fréchet [1] que l'auteur est parvenu aux résultats ci-dessous.

2. *Construction de l'espace* U. — Soient Q_1, Q_2, ..., Q_n, ... tous les systèmes formés d'un nombre fini quelconque de nombres positifs rationnels. Soit en conséquence $Q_n = [r_1^{(n)}, r_2^{(n)} \ldots, r_{p_n}^{(n)}]$. Nous supposons (ce qui est toujours possible) qu'on ait $p_1 = 1$, $p_n < n$ si $n > 1$ (cette supposition est importante pour la démonstration des propositions qui vont suivre).

Nous désignons par U_0 l'espace métrique formé d'une infinité dénombrable d'éléments $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$ avec la définition de distance ci-dessous.

Nous commençons par poser $\rho(a_1, a_1) = 0$. Supposons que les nombres positifs (ou nuls) $\rho(a_i, a_k)$ sont déjà définis quels que soient $i, k \leqq n$. Posons $\rho(a_{n+1}, a_{n+1}) = 0$ et considérons le système $Q_n = [r_1^{(n)}, r_2^{(n)}, \ldots, r_{p_n}^{(n)}]$.

En posant, pour simplifier l'écriture, $p_n = q$, $r_i^{(n)} = \rho_i (i \leqq q)$, on n'a que deux cas à considérer :

a. Une au moins des inégalités

$$(\Delta) \qquad |\rho_i - \rho_k| \leqq \rho(a_i, a_k) \leqq \rho_i + \rho_k \qquad (i, k \leqq q)$$

ne se trouve pas vérifiée. Nous dirons alors que Q_n est irrégulier et nous définirons

$$(1) \qquad \rho(a_{n+1}, a_j) = \max_{i,k \leqq n} \rho(a_i, a_k),$$

quel que soit $j \leqq n$.

b. Toutes les inégalités (Δ) sont vérifiées. Nous dirons alors que Q_n est régulier et nous poserons

$$(2) \qquad \rho(a_{n+1}, a_j) = \min_{\lambda \leqq q} \{ \rho(a_j, a_\lambda) + \rho_\lambda \};$$

quel que soit $j \leqq n$. Cette définition donne en particulier, pour tout $j \leqq q$, l'inégalité

$$(3) \qquad \rho(a_{n+1}, a_j) = \rho_j.$$

---

isométrique de l'espace métrique E s'il existe entre les points de E_0 et de E une correspondance biunivoque et n'altérant pas les distances mutuelles des points (« correspondance ou transformation isométrique »). Nous dirons parfois dans ce cas que E et E_0 sont *congruents.*

[1] *L'expression la plus générale de la « distance » sur une droite* (*American Journal of Mathematics*, 47, 1925, p. 10.

Un calcul facile montre que l'ensemble U_0 de tous les « points » a_1, a_2, ..., a_n, avec la distance adoptée, forme bien un espace métrique.

Désignons enfin par U l'espace métrique *complet* (¹) contenant U_0 comme sous-ensemble partout dense.

3. *Propriétés de l'espace* U. — 1° U est, bien évidemment, *séparable* et *complet.*

2° Pour voir que U est *universel,* il faut démontrer le lemme suivant :

Supposons donné un système fini de points x_1, x_2, ..., x_s de U et des nombres positifs quelconques α_1, α_2, ..., α_s, tel qu'on ait

$$|\alpha_i - \alpha_k| \leqq \rho(x_i, x_k) \leqq \alpha_i + \alpha_k.$$

Il existe alors dans U un point y tel que $\rho(y, x_i) = \alpha_i$ $(i \leqq s)$.

La démonstration de ce lemme se réduit (par un calcul un peu long mais sans aucune difficulté sérieuse) au cas particulier où les points x_1, x_2, ..., x_s sont les points a_1, a_2, ..., a_s de U_0 et les nombres α_i sont rationnels. Mais dans ce cas, le système $Q_\nu = [\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_s]$ est régulier et $a_{\nu+1}$ est le point désiré. Pour démontrer que U est universel, il suffit évidemment de prouver que tout espace E séparable et *complet* est congruent à un certain sous-ensemble E_0 de U. Soit D un ensemble dénombrable dense dans E; en se basant sur notre lemme, on obtient facilement une représentation isométrique de D sur un ensemble dénombrable $D_0 \subset U$. Or, les deux espaces E et U étant complets, il suffit de poser $E_0 = D_0 + D'_0$.

3° U *est homogène* en ce sens que, les ensembles finis et congruents A et B (situés dans U) étant quelconques, il existe une représentation isométrique de U sur lui-même transformant A en B.

Il suffit de construire, pour le voir, deux ensembles dénombrables $A_\omega \supset A + U_0$, $B_\omega \supset B + U_0$ qui soient congruents; or cela se fait sans peine (en tenant toujours compte du lemme fondamental).

On démontre enfin, toujours par les mêmes méthodes, le théorème d'unicité suivant.

4° *Tout espace métrique universel* V *qui est séparable, complet et homogène,*

(¹) = vérifiant le principe de convergence de Cauchy, un espace métrique complet est univoquement déterminé par la connaissance d'un quelconque de ses sous-ensembles partout denses. (Voir Hausdorff, *Grundzüge der Mengenlehre*, Leipzig, 1914, p. 315 et suiv.)

est congruent à U (on démontre, tout d'abord, notre lemme pour l'espace V). Il est à remarquer que les conditions que V soit complet et homogène sont essentielles pour que l'énoncé 4° soit valable : il suffit de considérer les deux espaces provenant de U en y supprimant un point, respectivement en y adjoignant un point isolé.

Notons encore les propriétés suivantes de l'espace U :

5° *Deux points quelconques x, y situés dans* U *appartiennent à un sous-ensemble de* U *congruent au segment rectiligne de longueur* $\rho(x, y)$.

6° Désignons par $F(a, \varepsilon)$ l'ensemble de tous les points x tels que $\rho(x, a) = \varepsilon$. *L'ensemble* $F(a, \varepsilon)$ *détermine dans* U *deux domaines connexes dont il est la frontière commune.*

7° $F(a, \varepsilon)$ *est* (quel que soit $a \subset U$) *un espace métrique complet, séparable homogène et universel par rapport à tous les espaces séparables de diamètre* $\leq 2\varepsilon$. $F(a, \varepsilon)$ *est de plus le seul espace métrique* (aux espaces congruents près) *jouissant de ces propriétés.*

Remarquons enfin qu'il existe, par exemple, un espace métrique formé de quatre points a, b, c, d, qui ne peut être transformé isométriquement en aucun sous-ensemble de l'espace de Hilbert. Il suffit de poser à cet effet $\rho(a, b) = \rho(a, c) = \rho(a, d) = 1$; $\rho(b, c) = \rho(b, d) = \rho(c, d) = 2$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *La notion de différentielle dans l'Analyse générale.* Note de M. **Maurice Fréchet**, présentée par M. Hadamard.

Extension à l'Analyse générale. — Toute fonctionnelle U_y peut être considérée comme définissant une *transformation* d'un ensemble d'éléments y (fonctions ordinaires ou lignes ou plus généralement éléments de nature quelconque) en un ensemble de nombres qui sont les valeurs de la fonctionnelle.

Plus généralement, en empruntant une expression due à M. E. H. Moore, on peut se proposer l'étude, sous le nom d'*Analyse générale*, des transformations $M = F(m)$ d'un ensemble d'éléments m de nature quelconque en un ensemble d'éléments M de nature quelconque. Dans une Communication à l'Académie [1], nous avons eu l'occasion de définir et d'étudier celles de ces transformations $M = F(m)$ qui sont biunivoques et bicontinues.

Il serait intéressant et utile de passer ensuite à la définition et à l'étude de celles de ces fonctions qui sont différentiables. Nous allons montrer qu'on peut transporter dans l'Analyse générale les principes qui nous avaient servi à définir la notion de

---

[1] *Sur une définition du nombre de dimensions d'un ensemble abstrait* (*Comptes rendus*, 148, 1909, p. 1152).

différentielle dans l'Analyse fonctionnelle. Ces principes permettaient dans ce cas d'appeler différentielle d'une fonctionnelle Uy une fonctionnelle linéaire de l'accroissement Δy de la variable, qui soit la partie principale de l'accroissement ΔU de la fonctionnelle donnée, c'est-à-dire qui ne diffère de ΔU que par une quantité infiniment petite par rapport à l'accroissement Δy.

Lorsqu'on examine cette définition, on voit que, pour la rendre applicable à l'Analyse générale, il faut qu'une transformation ou fonction $M = F(m)$ étant donnée, on sache ce qu'on entendra : 1° par accroissement d'un élément variable m ou M ; 2° par somme de deux accroissements (pour définir la distributivité de la différentielle) ; 3° par points-limites (ponr définir sa continuité) ; 4° par accroissement infiniment petit par rapport à un autre.

Les trois premières conditions ont une interprétation immédiate si les espaces abstraits a où se déplacent m et M sont *topologiquement affines* au sens introduit dans notre dernière Communication à l'Académie [1]. Il serait peut-être intéressant de s'essayer à donner à la quatrième condition sa signification la plus générale. Mais nous voulons surtout ici indiquer le principe de l'extension de la notion de différentielle à l'Analyse générale.

C'est pourquoi, sans atteindre la plus grande extension possible, nous allons réaliser cette extension dans un cas extrêmement étendu où l'interprétation de la quatrième condition est simple et naturelle et où les démonstrations sont encore aisées.

Ce cas est celui où les deux espaces a et A, distincts ou non, sont des espaces topologiquement affines particuliers, à savoir ceux que nous avons appelés des espaces ($\mathfrak{D}$) vectoriels [2].

Rappelons que dans un tel espace, chaque couple ordonné de points de cet espace détermine un vecteur; qu'on sait ce qu'est la somme de deux vecteurs et le produit de l'un d'eux par un nombre; qu'enfin chaque vecteur abstrait ξ a une certaine longueur qu'on peut désigner par $\|\xi\|$, la longueur d'un vecteur jouant le rôle de distance de ses extrémités et servant à définir la convergence d'une suite de points [2].

Ceci étant, par analogie avec ce qu'on fait dans l'analyse vectorielle classique, nous pourrons représenter les accroissements correspondants de m_0 vers m_1 et de M_0 vers M_1 par les vecteurs $\Delta m_0 = \overline{m_0 m_1}$, $\Delta M_0 = \overline{M_0 M_1}$.

Définition de la différentielle abstraite. — Considérons donc une fonction $M = F(m)$ qui fait correspondre à un élément m d'un espace ($\mathfrak{D}$) vectoriel a un élément M d'un espace ($\mathfrak{D}$) vectoriel A [2].

---

(1) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 419.

(2) La définition précise d'un espace ($\mathfrak{D}$) vectoriel se trouve dans ma Communication mentionnée plus haut du 9 février 1925. Elle est équivalente à celle qui est donnée par M. Banach dans le Tome 3 de *Fundamenta Mathematicæ*, 1922, p. 129, en y supprimant la condition III.

Nous dirons que $F(m)$ *est différentiable* au point m_0, s'il existe une fonctionnelle $\varphi(\Delta m_0)$, linéaire par rapport à l'accroissement $\Delta m_0 = \overline{m_0 m}$ de la variable m et qui est la partie principale de l'accroissement correspondant

$$\Delta M_0 = \overline{M_0 M} = \overline{F(m_0)\, F(m)},$$

Nous entendons par là que $\varphi(\Delta m_0)$ est un vecteur de l'espace A tel que la longueur du vecteur $\Delta M_0 - \varphi(\Delta m_0)$ soit infiniment petite par rapport à la longueur du vecteur Δm_0. On pourra écrire

$$\Delta F(m_0) = \varphi(\Delta m_0) + \varepsilon \,\|\, \Delta m_0 \,\|\, U,$$

où U est un vecteur de l'espace A de longueur égale à l'unité et où ε est un nombre qui tend vers zéro avec la longueur $\|\Delta m_0\|$.

D'autre part, la transformation $\Lambda = \varphi(\lambda)$ de tout vecteur λ de l'espace a en un vecteur Λ de l'espace A est dite linéaire, si elle est : 1° distributive, c'est-à-dire telle que

$$\varphi(\lambda_1 + \lambda_2) = \varphi(\lambda_1) + \varphi(\lambda_2);$$

2° continue, c'est-à-dire si la longueur $\|\varphi(\lambda)\|$ tend vers zéro quand la longueur $\|\lambda\|$ tend vers zéro. On en déduit que l'on a

$$\varphi(k\lambda) = k\,\varphi(\lambda),$$

quel que soit le nombre réel k.

Ainsi la différentielle définit une sorte de dilatation abstraite tangente à la transformation donnée.

On peut démontrer qu'il n'existe qu'une fonctionnelle linéaire $\varphi(\Delta m)$ qui soit la partie principale de $\Delta F(m)$, s'il en existe une. Nous l'appellerons la *différentielle* de $F(m)$ en m,

$$dF(m) = \varphi(\Delta m).$$

Comme en prenant $F(m) \equiv m$, on obtient $dm = \Delta m$, nous pourrons écrire quand m est variable indépendante

$$dF(m) = \varphi(dm).$$

Mais si m est une fonction $m = g(\alpha)$ d'un autre point α d'un espace $\mathfrak{A}$ vectoriel, distinct ou non des précédents, et si $g(\alpha)$ est différentiable, on

démontre que, $\psi(d\alpha)$ étant la différentielle de g, on a

$$dF[g(\alpha)] - \varphi[\psi(d\alpha)].$$

Donc on peut écrire

$$dF(m) = \varphi(dm),$$

même lorsque m n'est pas une variable indépendante.

Nous montrerons en détail dans un Mémoire spécial, comment on peut poursuivre, définir et étudier les fonctionnelles d'ordre entier et les différentielles d'ordre supérieur en suivant dans ses grandes lignes notre Communication au Congrès des Sociétés savantes de 1912.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les fonctions méromorphes à valeur asymptotique et le théorème de M. Picard.* Note de M. **Henri Milloux**, présentée par M. Émile Borel.

1. Il résulte d'une inégalité de M. Carleman que si une fonction $f(z)$, holomorphe et inférieure en module à M à l'intérieur du cercle $|z| = 1$, est inférieure en module à m le long d'un arc de courbe issu de l'origine et aboutissant à la circonférence $|z| = 1$, cette fonction satisfait, à l'intérieur du cercle $|z| = r$, à l'inégalité

$$(1) \qquad |f(z)| < M^{1-\lambda(1-r)} m^{\lambda(1-r)},$$

λ étant une constante numérique [1].

2. On connaît le théorème suivant de M. Landau :

« Une fonction $f(z)$ holomorphe et ne prenant pas les valeurs zéro et un à l'intérieur du cercle $|z| = 1$ satisfait, dans le cercle $|z| = r$, à l'inégalité

$$|f(z)| < e^{\frac{\chi(a_0)}{1-r}},$$

$\chi(a_0)$ désigne une fonction de $a_0 = f(0)$ n'ayant pour points singuliers que 0, 1, ∞. »

---

[1] Voir H. Milloux, *Le théorème de M. Picard, suites de fonctions holomorphes, fonctions méromorphes et fonctions entières* (*Journ. de Math.*, 3, fasc. 4, 1924, p. 347).

Si donc $|a_0|$, $\left|\frac{1}{a_0}\right|$ et $\left|\frac{1}{1-a_0}\right|$ ne sont pas trop grands, par exemple si ces quantités sont inférieures à 10, la fonction $f(z)$ satisfait à l'inégalité

$$|f(z)| < e^{\frac{k}{1-r}}, \tag{2}$$

k désigne une constante numérique. Cette inégalité est encore vérifiée si $|a_0|$ seul est inférieur à 10.

Ceci posé, supposons que, le long d'une courbe issue de l'origine et aboutissant à la circonférence $|z| = 1$, l'inégalité $|f(z) - a_0| < m$ soit vérifiée. Possédant dans le cercle $|z| = r$ une borne supérieure du module de $f(z)$ [inégalité (2)], on pourra appliquer l'inégalité (1) à la fonction, dans un cercle, de rayon inférieur à r, convenablement choisi. On aboutit ainsi au théorème suivant :

I. *Soit $f(z)$ une fonction holomorphe et ne prenant pas les valeurs zéro et un à l'intérieur du cercle $|z| = 1$. Si l'on a $|f(z) - a_0| < m$ sur un arc de courbe issu de l'origine et aboutissant à la circonférence $|z| = 1$ (on suppose $|a_0|$ inférieur à* 10), *la fonction vérifie, à l'intérieur du cercle $|z| = r$, l'inégalité*

$$|f(z)| < e^{-k(1-r)\log\frac{1}{m}} \tag{3}$$

si

$$1 - r = \frac{k_1}{\sqrt{\log\frac{1}{m}}},$$

k et k_1 sont des constantes numériques positives.

3. Le théorème précédent est encore applicable à *une fonction méromorphe ne prenant pas à l'intérieur du cercle $|z| = 1$ les valeurs a, b, c* (au lieu des valeurs 0, 1, ∞), toutes les autres conditions étant par ailleurs vérifiées, à condition cependant que *les modules de deux des quantités a, b, c et les inverses des côtés du triangle abc soient inférieurs à*

$$e^{k_2(1-r)\log\frac{1}{m}},$$

k_2 désignant une constante numérique positive.

4. Soit $\varphi(z)$ une fonction méromorphe dans la couronne circulaire

définie par les inégalités $R \leqq |z| \leqq R'$, et inférieure en module à m le long d'un arc de courbe traversant cette couronne. Si la fonction $\varphi(z)$ ne prend pas, dans la couronne, certaines valeurs a, b, c telles que les modules de deux de ces valeurs et les inverses des côtés du triangle abc sont inférieurs à

$$e^{k_2\sqrt{\log\frac{1}{m}}},$$

cette fonction vérifie, sur la circonférence médiane, l'inégalité

$$(4) \qquad |f(z)| < e^{-\sqrt{\log\frac{1}{m}}}.$$

à condition que $\frac{R'-R}{R}$ soit supérieur à $e^{-k_1\sqrt{\log\frac{1}{m}}}$.

5. Dans le cas d'une fonction méromorphe $\varphi(z)$ admettant zéro comme valeur asymptotique, l'inégalité (4) ne peut être vérifiée pour toute couronne circulaire satisfaisant à la condition précédente. On en déduit, comme conséquence du théorème I, et en effectuant la représentation conforme d'un secteur de couronne sur un cercle, l'existence d'une suite de cercles à l'intérieur de chacun desquels la fonction $Z = \varphi(z)$ prend toutes les valeurs du plan des Z, à l'exception au plus de deux zones se rétrécissant indéfiniment lorsque l'on s'éloigne indéfiniment dans le plan des z.

J'ai appelé ces cercles, dans ma Thèse, des *cercles de remplissage* (¹). J'en avais démontré l'existence à l'aide du théorème de M. Schottky.

La méthode employée ici permet de préciser les propriétés de la fonction $\varphi(z)$ dans un tel cercle. Supposons que l'on ait $|\varphi(z)| < m$ sur le chemin de détermination zéro, à partir du point ayant même module que le centre du cercle de remplissage envisagé. Désignons par μ la quantité

$$e^{k_2\sqrt{\log\frac{1}{m}}}.$$

La fonction $\varphi(z)$ vérifie, dans le cercle de remplissage, l'une des deux propriétés suivantes :

(¹) H. MILLOUX, *loc. cit.*

1° *Elle admet toute valeur, sauf peut-être des valeurs de modules inférieurs à* μ;

2° *S'il existe une valeur exceptionnelle a dont le module est supérieur à* μ *et inférieur à* $\frac{1}{\mu}$, *le nombre des racines de l'équation* $\varphi(z) - b = 0$ (*où l'on a* $|b - a| > \mu$) *est supérieur à* $k \log\log \frac{1}{m}$, *sauf peut-être pour des valeurs de b comprises dans un cercle de rayon inférieur à* μ, *et dont le centre c a un module inférieur à* $\frac{1}{\mu}$.

Un 2° analogue est valable lorsque a ou c dépassent en module $\frac{1}{\mu}$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Un nouveau procédé d'intégration de fonctions mesurables non sommables.* Note [1] de M. St. Kempisty, présentée par M. Émile Borel.

1. Soient $g(x)$ une fonction mesurable et presque partout finie dans l'intervalle (a, b) et

$$x_0 = a,\ x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_{i-1},\ x_i,\ \ldots,\ x_J = b$$

un système de points divisant (a, b).

Pour tout intervalle (x_{i-1}, x_i) et $0 < \lambda < 1$, nous pouvons déterminer deux nombres finis : la *borne inférieure à densité* λ et la *borne supérieure à densité* λ [2].

Désignons par $s(\lambda)$ la limite inférieure des sommes

$$\sum_{i=1}^{J} m(x_{i-1}, x_i, \lambda)(x_i - x_{i-1}),$$

lorsque le plus grand des intervalles (x_{i-1}, x_i) tend vers zéro et par $S(\lambda)$ la limite supérieure analogue en remplaçant m par M.

---

[1] Séance du 2 mars 1925.

[2] Voir ma Note : *Sur les limites approximatives (asymptotiques)* (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 642).

Si $0 < \lambda < \frac{1}{2}$, nous avons $s(\lambda) \leqq S(\lambda)$. De plus, $s(\lambda)$ ne croît pas et $S(\lambda)$ ne décroît pas quand λ décroît vers zéro.

Appelons *intégrale inférieure* (respectivement supérieure) *asymptotique* de $g(x)$ dans (a, b) la limite de $s(\lambda)$ (respectivement de S) pour $\lambda = 0$, en écrivant

$$(\mathrm{A}) \underline{\int_a^b} g(x)\,dx = \lim_{\lambda=0} s(\lambda), \qquad (\mathrm{A}) \overline{\int_a^b} g(x)\,dx = \lim S(\lambda).$$

2. Les limites extrêmes $s(\lambda)$ et $S(\lambda)$ peuvent être obtenues en se bornant à une suite simple de systèmes D_n divisant (a, b) et tels que, pour D_n, on a $x_i - x_{i-1} < \varepsilon_n$, ε_n étant le $n^{\text{ième}}$ terme d'une suite décroissante vers zéro.

Posons, pour le système D_n et $x_{i-1} < x < x_i$,

$$g_n(x) = m(x_{i-1}, x_i, \lambda), \qquad G_n(x) = M(x_{i-1}, x_i, \lambda),$$

alors

$$\sum_{i=0}^{J} m(x_{i-1}, x_i, \lambda)(x_i - x_{i-1}) = \int_a^b g_n(x)\,dx,$$

$$\sum_{i=1}^{J} M(x_{i-1}, x_i, \lambda)(x_i - x_{i-1}) = \int_a^b G_n(x)\,dx.$$

En définissant les deux nouvelles fonctions

$$h_p(x) = \underset{n \leqq p}{\text{borne inf.}}\, g_n(x), \qquad H_p(x) = \underset{n \geqq p}{\text{borne sup.}}\, G_n(x),$$

nous avons

$$\lim_{p=\infty} \int_a^b h_p(x)\,dx \leqq s(\lambda) \leqq S(\lambda) \leqq \lim_{p=\infty} \int_a^b H_p(x)\,dx.$$

Or, on peut montrer que l'égalité

$$\lim_{p=\infty} \int_a^b h_p(x)\,dx = \lim_{p=\infty} \int_a^b H_p(x)\,dx$$

est une condition nécessaire et suffisante pour que la fonction $g(x)$ soit sommable, et alors la valeur commune de ces limites est l'intégrale lebesgienne de $g(x)$.

3. Appelons *intégrale asymptotique* la valeur commune des intégrales extrêmes asymptotiques, dès qu'elles sont égales.

Nous venons de montrer que *cette intégrale est égale à celle de* M. Lebesgue *pour une fonction sommable.* Or il existe des fonctions non sommables qui sont intégrables asymptotiquement. Voici un exemple d'une telle fonction :

Soit, dans l'intervalle (0, 1),

$$g(x) = -\frac{3^n}{n} \quad \text{pour} \quad \frac{1}{3^n} < x < \frac{2}{3^n} \quad (n = 1, 2, \ldots)$$

et

$$g(x) = \frac{3^n}{n} \quad \text{pour} \quad \frac{2}{3^n} < x < \frac{1}{3^{n-1}}.$$

Cependant il existe aussi une fonction qui est intégrable au sens de M. Denjoy, sans être intégrable asymptotiquement :

$$g(x) = 3^{n^2} \quad \text{pour} \quad \frac{2k-1}{3^{n(n+1)}} \leq x < \frac{2k}{3^{n(n+1)}}$$

et

$$g(x) = -3^{n^2} \quad \text{pour} \quad \frac{2k}{3^{n(n+1)}} \leq x < \frac{2k+1}{3^{n(n+1)}}.$$

4. En se servant d'un théorème général de M. Saks ([1]), on peut montrer que l'*intégrale asymptotique indéfinie possède presque partout une dérivée égale à la fonction intégrée $g(x)$.*

5. *L'intégrale asymptotique jouit des six propriétés de l'intégrale de M. Lebesgue* ([2]). Cela est évident pour les propriétés 1, 2, 4 et 5.

Passons à la propriété 3. Comme pour les bornes à densité λ de deux fonctions $f(x)$ et $g(x)$ on a, dans un même intervalle, les relations suivantes :

$$m(f, \lambda) + m(g, \lambda) \leq m(f+g, 2\lambda), \qquad M(f, \lambda) + M(g, \lambda) \geq M(f+g, \lambda),$$

alors

$$(A)\int_a^b f(x)\,dx + (A)\int_a^b g(x)\,dx = (A)\int_a^b [f(x)+g(x)]\,dx.$$

([1]) S. Saks, *Sur une classe de fonctions d'intervalles* (*Comptes rendus*, **180**, 1924, p. 38).

([2]) H. Lebesgue, *Leçons sur l'intégration*, 1904, p. 98-99.

Pour voir que la propriété 6 subsiste il suffit de montrer que *toute fonction non négative intégrable asymptotiquement est sommable* (¹).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon pendant le quatrième trimestre de* 1924. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Le nombre des observations faites pendant ce trimestre est de 60 (²), et l'on en déduit les principaux faits que voici :

Taches. — Malgré une diminution de moitié du nombre des groupes de taches (15 au lieu de 30), leur surface totale est très peu moindre (2547 millionièmes au lieu de 2690).

Dans leur répartition entre les deux hémisphères, on a quatre groupes en moins au Sud (2 au lieu de 6) et onze au Nord (13 au lieu de 24).

La latitude moyenne de l'ensemble a passé de — 24°,8 à 27°,0 et de + 22°,0 à + 21°5.

Aucune tache n'a été enregistrée au sud de l'équateur pendant le mois de novembre. D'ailleurs, les *jours sans taches*, qui avaient disparu presque complètement depuis le 8 mai (sauf un jour en juillet, le 20, et un jour en août, le 27), ont réapparu par intermittences à partir du 3 novembre, et leur nombre proportionnel est 0,22 au lieu de 0,02 (³).

Néanmoins, les groupes suivants du Tableau I ont atteint, dans leur développement, la *visibilité à l'œil nu :*

Octobre	19,9	à + 22°	de latitude
Novembre	21,5	à + 18°	»
»	24,8	à + 23°	»

Régions d'activité. — Le développement des facules a, également, été moindre que précédemment, mais la diminution affecte davantage le nombre des groupes que leur aire totale qui est très peu inférieure : on a, effectivement, enregistré 45 groupes au lieu de 62 et 40,7 millièmes au lieu de 42,6.

(¹) On achève la démonstration de la propriété 6 en suivant le raisonnement de M. Denjoy pour les fonctions totalisables [voir *Mémoire sur la totalisation* (*Annales de l'École Normale supérieure*, 34, 1917, p. 202-203)].

(²) Avec l'aide de Mlle Bloch.

(³) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1596.

Enfin, la production de ces phénomènes se maintient plus active au nord de l'équateur, avec 29 groupes au lieu de 45, qu'au sud, avec 16 groupes au lieu de 17.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre. — 0,00.			
28-10	10	4,3		+22	184
3- 8	5	7,2		+26	31
3-14	11	10,1	—29		199
13-26	11	19,9		+22	438
25- 2	8	27,3		+21	82
26-30	5	31,9		+20	33
	25 j.		—29°	+22°,2	
		Novembre. — 0,28.			
14-19	5	16,3		+25	40
15-26	8	21,5		+17	517
		Novembre (suite).			
18-30	8	24,8		+23	473
	18 j.		»	+22°,0	
		Décembre. — 0,50.			
7-11	4	12,9		+21	74
13-17	3	18,2		+21	64
13-24	4	19,1		+18	62
24-26	3	20,5	—25		339
24	1	21,5		+20	7
24	1	22,8		+23	4
	16 j.		—25°	+20°,6	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1924.	Sud. 90° 40°	Sud. 40° 30°	Sud. 30° 20°	Sud. 20° 10°	Sud. 10° 0°	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0° 10°	Nord. 10° 20°	Nord. 20° 30°	Nord. 30° 40°	Nord. 40° 90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre.....	»	»	1	»	»	1	5	»	1	4	»	»	6	967
Novembre...	»	»	»	»	»	0	3	»	1	2	[illegible]	»	3	1030
Décembre...	»	»	1	»	»	1	5	»	4	1	»	»	6	550
Totaux...	»	»	2	»	»	2	13	»	6	7	»	»	15	2547

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1924.	Sud. 90° 40°	Sud. 40° 30°	Sud. 30° 20°	Sud. 20° 10°	Sud. 10° 0°	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0° 10°	Nord. 10° 20°	Nord. 20° 30°	Nord. 30° 40°	Nord. 40° 90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre.....	»	1	4	1	»	6	11	»	1	8	2	»	17	14,8
Novembre...	»	2	2	2	»	6	9	»	1	4	3	1	15	10,7
Décembre...	»	1	3	»	»	4	9	»	1	6	»	2	13	15,2
Totaux....	»	4	9	3	»	16	29	»	3	18	5	3	45	40,7

TOPOGRAPHIE. — *Sur un mode de lever automatique des itinéraires.* Note de MM. **Aubusson de Cavarlay** et **Descours Desacres**, présentée par M. d'Ocagne.

Le second d'entre nous, ayant eu pendant la guerre à faire des relevés de tranchées, souvent de nuit et dans des conditions difficiles, avait imaginé de se servir d'un traceur automatique de route : dans son appareil, deux molettes mues par un podomètre et poussant une feuille de papier légèrement adhérente à une planchette orientée par un barreau aimanté, laissaient sur la feuille une empreinte semblable au plan du parcours suivi, aux inclinaisons du sol près. Après la guerre, il eut la pensée qu'un appareil analogue, installé sur un véhicule automobile, pourrait servir à de nombreux usages, le barreau aimanté étant remplacé par un gyroscope.

Cette idée, soumise au premier d'entre nous, lui en suggéra de nouvelles, notamment celle de chercher à tenir compte des inclinaisons du sol et à définir la trajectoire dans les trois dimensions; il parvint ainsi de son côté aux méthodes et aux combinaisons résumées dans ce qui suit.

La trajectoire du véhicule est une ligne à double courbure engendrée par le milieu m de la droite qui joint les points de contact des roues arrière, ou droite d'appui n, et, sous condition que les roues ne glissent pas, cette droite demeure normale à la trajectoire. On désigne par s la longueur de la trajectoire et par i son inclinaison sur l'horizon. L'angle ε de la droite n avec l'horizontale mh du plan N normal à la trajectoire définit le devers du plan T tangent à la surface d'appui S engendrée par la droite n, à laquelle on assimile le sol. Si l'on désigne par φ l'angle dont tourne la droite n sur la surface S, $\frac{d\varphi}{ds}$ représente l'inverse du rayon de gyration ρ du véhicule sur le sol, rayon qui est déterminé à tout moment par l'angle de braquage β. De même $\frac{di}{ds}$ donne l'inverse du rayon de gyration ρ_i du véhicule sur le cylindre projetant la trajectoire. Soit enfin R la rampe hélicoïdale engendrée par l'horizontale mh, s'appuyant sur la trajectoire; si φ_h est l'angle dont tourne cette horizontale sur cette rampe, $\frac{d\varphi_h}{ds}$ est l'inverse du rayon de

gyration ρ_h du véhicule sur cette surface R. Nous désignerons, en outre, par σ la longueur de la projection horizontale cherchée de la trajectoire, par c la cote du point m, et par ω l'azimut de l'élément $d\sigma$ (par rapport à la direction de l'élément initial de la projection); $\frac{d\omega}{d\sigma}$, inverse du rayon de courbure r de cette projection, est dès lors lié à $\frac{d\varphi_h}{ds}$, inverse de ρ_h, par la formule $\frac{1}{r} = \frac{1}{\rho_h \cos^2 i}$.

Les portions de normales à la trajectoire, limitées à l'axe de courbure, sont les rayons de gyration ρ, ρ_h, ρ_i, et de courbure ρ_0, et les extrémités des segments représentatifs de leurs inverses sont situées sur une circonférence qui passe par m et qui a pour diamètre $\frac{1}{\rho_0}$.

Il suffit par suite de connaître ε, $\frac{1}{\rho}$ et $\frac{1}{\rho_i}$ en fonction de s pour tracer cette circonférence relativement à chaque point m. Le vecteur limité par cette circonférence sur mh n'est autre que $\frac{1}{\rho_h}$; on en déduit immédiatement, entre côtés de l'angle i, les vecteurs

$$\frac{d\omega}{ds} = \frac{1}{\rho_h \cos i} \qquad \text{et} \qquad \frac{1}{r} = \frac{d\omega}{ds} \cdot \frac{1}{\cos i}.$$

Les enregistreurs, sur tambour mû par mécanisme d'horlogerie, destinés à faire connaitre s, i, ρ et ε, sont les suivants :

1° Un compteur de tours, dont le diagramme donne les longueurs s, les vitesses V et les variations $\frac{dV}{dt}$;

2° Une balance à inertie (masse contretenue par un ressort, ramenée au zéro par un mécanisme d'asservissement), guidée suivant l'axe longitudinal, dont le diagramme donne l'angle d'inclinaison i (moyennant une correction de vecteur facile à effectuer pour éliminer l'effet de l'inertie longitudinale fonction de $\frac{dV}{dt}$);

3° Un enregistreur des braquages β, qui définit $\frac{1}{\rho}$ ou $\frac{d\varphi}{ds}$;

4° Une balance à inertie transversale, dont le diagramme fournit ε

(moyennant correction de vecteur pour éliminer l'effet de l'inertie transversale fonction de $\frac{V^2}{\rho}$).

De ces quatre diagrammes, on déduira ultérieurement, au bureau, la projection horizontale cotée de la trajectoire, à l'aide de constructions et intégrations graphiques courantes, qui se simplifient encore si l'on a parcouru une ligne de plus grande pente ($\varepsilon = 0$) ou une ligne de niveau ($i = 0$).

Ces relevés, exacts dans la mesure où les glissements des roues sont négligeables, peuvent être utiles dans bien des cas pour définir la configuration du terrain entre points de triangulation précise.

Pour les usages où le relevé de l'itinéraire dans la seule surface du sol pourrait suffire, — plus particulièrement dans le cas où le terrain parcouru est plat, — il n'y a qu'à enregistrer β et s, c'est-à-dire les seuls mouvements des roues. Il peut y avoir alors avantage à intégrer mécaniquement les éléments $d\varphi$, en employant soit un intégrateur à train différentiel, qui recueille les sommes des différences de rotation des deux roues arrière, soit un intégrateur à rouleau, qui recueille les sommes des déplacements transversaux qu'une roulette, animée d'un mouvement en tout semblable à celui de la roue avant, communique à un rouleau, fou sur axe transversal.

En combinant d'ailleurs ces deux intégrateurs, en faisant porter le rouleau du second par un plateau, parallèle au plan de base du véhicule, que le train différentiel du premier fait dévirer d'angles égaux contraires aux angles de virage φ sur la surface S (et qu'il maintient en réalité, si le sol est plan, dans un azimut invariable, comme le barreau aimanté fait de la planchette dans le traceur primitif), on obtient directement par l'empreinte de la roulette sur la feuille du rouleau, après déroulement, le dessin même de la route : la surface du rouleau, dans la région du contact, fuit en effet sous la roulette exactement (à supposer qu'il ne se produise ni glissement, ni dérive à l'entraînement) comme la route semble fuir sous le véhicule.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le troisième groupe négatif du carbone, dit spectre des queues de comètes. Extension du côté rouge et structure des bandes.* Note de M. F. **Baldet**, présentée par M. H. Deslandres.

1. Dans une Note récente ([1]), j'ai donné une description de ce spectre obtenu par le bombardement électronique, provenant d'une cathode incandescente, sur de l'oxyde de carbone à la pression d'environ 10^{-4} mm. Ces recherches montrent que la présence de l'hélium n'est nullement une condition nécessaire pour l'excitation du spectre, avec une grande intensité, comme vient de l'affirmer M. Harvey B. Lemon ([2]), pas plus, du reste, que pour le premier groupe négatif du carbone comme je l'ai déjà signalé ([3]).

J'ai poursuivi son étude en utilisant le spectrohéliographe de l'Observatoire de Meudon, employé comme spectrographe de laboratoire. Cet appareil donne une dispersion de 1 Å par millimètre à $\lambda = 3600$, de 2 Å à $\lambda = 4200$ et de 10 Å à $\lambda = 6400$. En même temps, l'emploi des plaques Ilford Rapid Process Panchromatic me permettait de l'étendre du côté rouge. Le Tableau I donne les positions de 7 bandes nouvelles ainsi que celles de 3 bandes déjà citées, et dont les positions ont pu être déterminées avec plus de précision. Il complète le Tableau I donné page 272 du même tome.

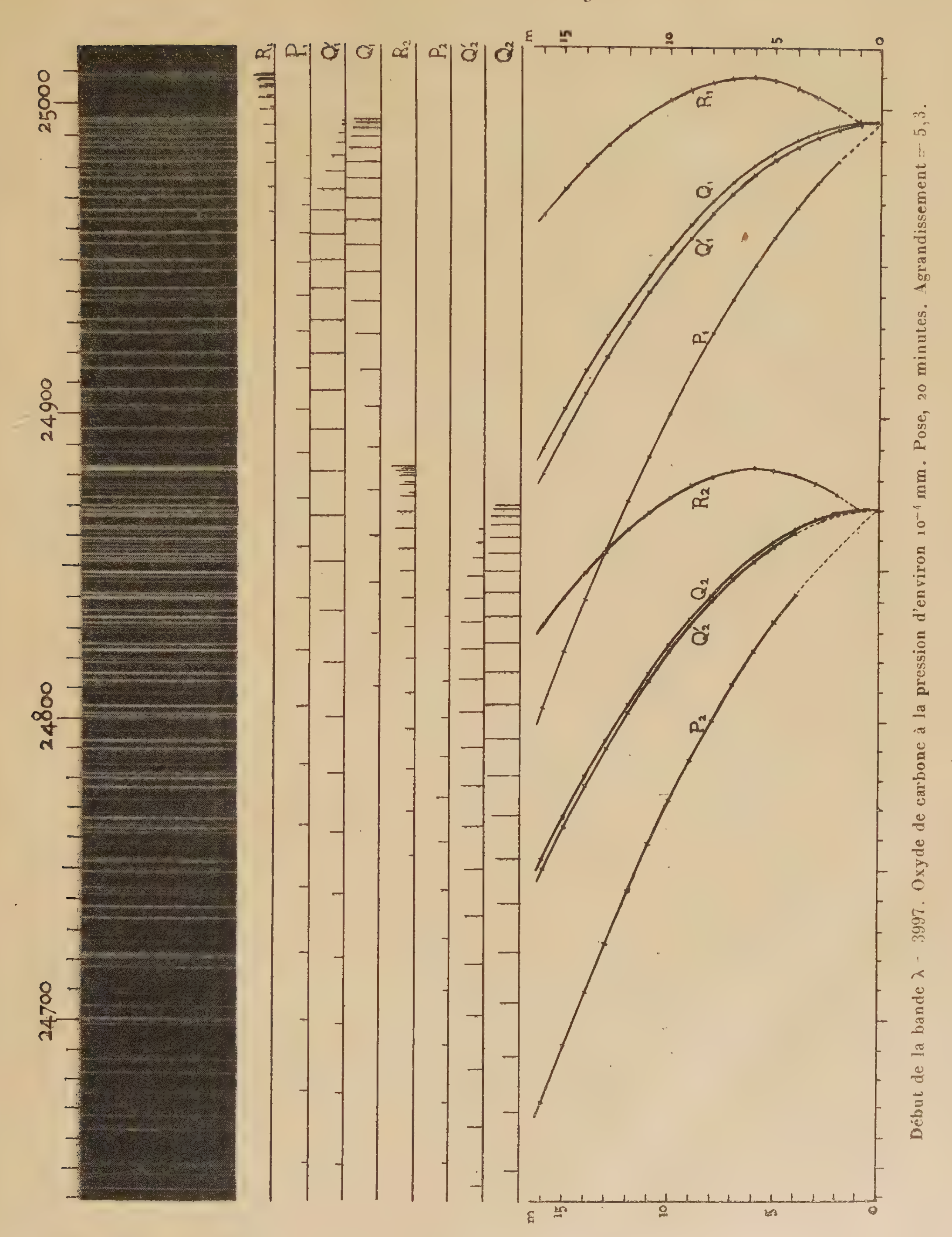
Tableau I.

		Arêtes :				Intensités :			
n.	p.	1re.	2e.	3e.	4e.	$n = -3$.	-2.	-1.	0.
0	5	6354	6361	6405	6412				$\frac{1}{2}$
—2	2	6189,35	6196,43	6238,72	6244,95		5		
—1	3	5970	5976	6015	6021			$\frac{1}{2}$	
—3	0	5856,51	5862,31	5900,40	5905,66	3			
0	4	5764	5769	5806	5812				$\frac{1}{2}$
—2	1	5652,60	5658,09	5693,59	5698,59		3		
—1	2	5461,42	5466,74	5499,86	5504,46			5	
—3	—1	5389,25	5393,92	5426,44	5430,51	1			
—3	—3	4664,54	4667,98	masquées par $n = -1$, $p = 0$		1			
—3	—4	4378,9	4381,4	masquées par $n = -1$, $p = -1$		1			

([1]) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 271.

([2]) *Proceedings of the National Academy of Science* (*Washington*), **11**, 1925, p. 43.

([3]) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 1525.



Début de la bande $\lambda = 3997$. Oxyde de carbone à la pression d'environ 10^{-4} mm. Pose, 20 minutes. Agrandissement = 5,3.

L'oxyde de carbone étant à la pression de 10^{-4} mm, le temps de pose est de 20 minutes pour les bandes intenses. A la pression de 10^{-1} mm, où la structure des bandes présente des caractéristiques nouvelles et importantes, sur lesquelles je reviendrai, une pose de 1 minute suffit.

2. L'étude de la structure des bandes est trop étendue pour trouver place ici; elle sera décrite en détail dans une autre publication. Je donne simplement, dans la planche ci-dessus, à titre d'exemple, la reproduction du début de la bande $\lambda = 3997$ avec, au-dessous, les suites de raies qui la constituent, et leur représentation en fonction du nombre quantique rotationnel m, suivant la méthode de M. Fortrat. On voit qu'elle est formée de deux bandes comprenant chacune quatre suites de raies.

Les raies de chaque bande vérifient assez bien, tant que m est petit, la règle de combinaison interne de Heurlinger :

$$Q(m) - P(m) = R(m+1) - Q(m+1).$$

Entre les deux bandes, j'ai trouvé les règles de combinaison suivantes qui se vérifient avec plus de précision que la règle précédente :

$$R_1(m) - Q_1(m) = R_2(m) - Q_2(m),$$
$$Q'_1(m) - P_1(m) = Q'_2(m) - P_2(m).$$

D'autres bandes sont plus compliquées.

En résumé, les recherches que j'ai eu l'honneur de présenter à plusieurs reprises à l'Académie ont permis d'étendre la connaissance d'un spectre qui, découvert et étudié d'abord dans les queues des comètes, n'avait pu être reproduit jusqu'à présent, en laboratoire, qu'avec une faible intensité. On n'avait obtenu que 12 bandes avec une petite dispersion et leur structure était inconnue. Dans la queue de la comète Morehouse (1908*c*), nous avions observé, M. de la Baume-Pluvinel et moi, les 23 bandes plus intenses. Grâce au procédé d'excitation déjà décrit, j'ai pu photographier 37 bandes comprises entre $\lambda = 3080$ et $\lambda = 6500$, dont 27 avec une forte dispersion qui a révélé leur structure. Le spectre, ainsi obtenu, ne présente aucune bande étrangère lorsque le CO est très pur et se trouve à une pression ne dépassant pas 10^{-4} mm. Il reproduit rigoureusement, avec les intensités relatives des bandes, et jusque dans les plus petits détails, celui des queues des comètes.

SPECTROSCOPIE. — *Spectre d'étincelle du mercure dans le rouge extrême.* Note de M. J. Laffay, présentée par M. A. Cotton.

L'étude détaillée des spectres dans le rouge et le début de l'infrarouge s'est rapidement développée depuis la découverte de sensibilisateurs tels que le pinacyanol et surtout la dicyanine permettant l'emploi de la plaque photographique dans cette région : par ce moyen un grand nombre de spectres d'arc ont été prolongés tout récemment jusqu'aux environs de 1^{μ}, d'abord ceux des métaux difficilement fusibles (fer, nickel, cobalt, tungstène) ([1]) avec lesquels on peut former un arc très lumineux, puis ceux des métaux plus fusibles (zinc, plomb, étain) ([2]) obtenus dans l'arc au charbon ou l'arc au cuivre. Mais les spectres d'étincelle sont encore peu connus dans cette région.

Pour le mercure en particulier le spectre d'arc a été étudié par la méthode photographique jusqu'à plus de $1^{\mu},1$ ([3]), alors que le spectre d'étincelle s'arrête aux environs de $0^{\mu},6$ ([4]). J'ai cherché à le prolonger au moyen de plaques sensibilisées au pinacyanol et à la dicyanine.

La source lumineuse est un tube à mercure sans électrode illuminé par une décharge de haute fréquence; le montage effectué a été décrit en détail par MM. L. et E. Bloch ([4]); le four électrique cependant a été supprimé en raison de l'intensité relativement grande du courant passant dans le secondaire qui suffit à maintenir le tube à une température convenable.

([1]) Voir par exemple Meggers et Kiess, *Bureau of Standards*, 14, 1918, p. 637; 16, 1920, p. 51.

([2]) Walters, *Bureau of Standards Pap.* 411, 17, 1921, p. 161.

([3]) Wiedemann, *Annalen der Phys.*, 38, 1912, p. 1041. — Mac Lennan, *Proc. of the royal Soc. of Lond.*, 100, 1922, p. 200.

([4]) Stiles, *Astroph. Journal*, 30, 1909, p. 48. — L. et E. Bloch, *Journal de Physique*, 4, 1923, p. 333.

Int.	λ.	A.	E_1.	E_2.	Observations.
1	5935,55			E_2	L. et E. Bloch
1	43,98			E_2	»
1	48,67			E_2?	»
1	56,30			E_2	»
3	61,49		E_1		»
0	70,42		E_1		»
1	81,42			E_2	»
2	6017,15		E_1		»
1	23,62			E_2	»
0	30,12		E_1?		
0	32,83		E_1?		L. et E. Bloch
0	41,6		E_1?		
1	46,01			E_2	L. et E. Bloch
0	69,7			E_2	
1	72,61	A			Stiles
4	89,79		E_1		L. et E. Bloch
4	100,36		E_1		»
0	10,77			E_2	»
1	22,3		E_1?		diffuse
2	23,44	A			Stiles
4	46,47		E_1		
10	49,36		E_1		Stiles
1	66,50		E_1		
3	70,98			E_2	
2	86,48		E_1		
0	94,31			E_2?	
0	96,43			E_2?	
3	220,30			E_2	
2	34,37	A			Stiles
4	42,24		E_1		
0	66,13			E_2	
0	70,33			E_2	
0	88,86			E_2	
5	91,3		E_1		diffuse
1	300,09			E_2	
2	14,61		E_1		
3	16,47			E_2	
3	43,80			E_2	
1	48,95			E_2	
3	62,10		E_1		
3	83,34			E_2	
4	95,0		E_1		diffuse
4	418,95			E_2	double?

Int.	λ.	A.	E_1.	E_2.	Observations.
0	64,4			E_2	
0	77,8		E_1		diffuse
1	99,01			E_2	
1	501,03			E_2	
1	01,25			E_2	
1	6501,47			E_2	
2	512,95			E_2	
5	521,21		E_1		
1	542,1			E_2	
2	553,6		E_1		
2	584,6			E_2	
2	594,3		E_1		
2	602,4			E_2	
1	610,4			E_2	
2	639,3		E_1		
1	689,85		E_1		
0	702,8			E_2	
0	703,6			E_2	
1	709,5			E_2	
0	715,4		E_1?		
1	716,6	A			Stiles, Wiedemann
1	736,6			E_2	
1	838,9			E_2	
0	853,1			E_2	
5	907,6	A			Stiles, Wiedemann
1	937,8		E_1		
1	945,4		E_1		
0	956,5			E_2	
0	963,1			E_2	
0	7025,1			E_2	
1	047,3			E_2	
3	082,1	A			Stiles, Wiedemann
2	092,1	A			Wiedemann
2	110,9		E_1		
1	326,0			E_2	
0	343,2			E_2?	
4	346,6		E_1		
2	395,8		E_1		
0	402,0		E_1		
0	412,1		E_1		

Int.	λ.	A.	E₁.	E₂.	Observations.	Int.	λ.	A.	E₁.	E₂.	Observations.
2	418,1		E_1			1	729,1	A			Wiedemann
2	486,5		E_1			0	780,7			E_2	
0	517,8			E_2		3	945,0		E_1		
1	565,1		E_1			0	984,7			E_2	
2	621,0		E_1								

A, raie d'arc; E_1, raie d'étincelle du premier ordre; E_2, raie d'étincelle du deuxième ou du troisième ordre.

L'appareil dispersif est un spectrographe à réseau concave (partie striée $4^{cm} \times 4,5$ — rayon 308^{cm}) monté de manière à être stigmatique (montage de Wadsworth). On a utilisé le spectre de deuxième ordre jusqu'à 6500 A. (dispersion : 5 A. par millimètre) et celui de premier ordre, plus lumineux, au delà de 6500 A. (dispersion 10 A. par millimètre). Le spectre de repère est celui du fer.

La durée de pose a varié entre une demi-heure et une heure.

Les mesures ont été faites sur un grand nombre de plaques dans chacune des deux régions.

L'ensemble de ces mesures montre que l'erreur est inférieure à 0,03 A. dans le premier cas et à 0,1 A. dans le deuxième cas. Les moyennes des longueurs d'onde trouvées sont données dans la deuxième colonne du tableau.

La distinction des différentes raies en raies d'arc (A), raies d'étincelle du premier ordre (E_1) et raies d'étincelle du deuxième et du troisième ordre (E_2) (cette indication signifie simplement que la raie est d'un ordre supérieur au premier) a pu être faite bien que l'excitation du tube n'ait pas varié sensiblement d'une pose à l'autre (longueur d'étincelle voisine de 15^{mm}); il n'y a doute que sur certaines raies d'intensité très faible et l'indication E_1 ou E_2 est alors accompagnée d'un point d'interrogation.

Les raies d'arc sont toutes connues : dans la dernière colonne figurent les noms des auteurs qui les ont déjà données.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres d'absorption infrarouges de la fonction alcool.* Note de M. **Jean Lecomte**, présentée par M. Cotton.

Nous avons utilisé, entre les longueurs d'onde $2^{\mu},75$ et 8^{μ}, le dispositif décrit dans une Note précédente [1], mais dans lequel le prisme de sel

(1) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1530.

gemme était remplacé par un prisme de fluorine, ce qui permettait, dans l'intervalle examiné, d'évaluer les longueurs d'onde de bandes bien définies à moins de $0^{\mu},01$ près. De nos résultats, près des deux tiers apparaissent comme entièrement inédits; les autres concourent à préciser, en les modifiant, les recherches de Ransohoff et de W. Weniger.

D'une manière générale, dans le domaine étudié, *les mono-alcools* donnent lieu à deux zones de forte opacité : de 3^{μ} à $3^{\mu},5$ environ et de $6^{\mu},85$ à 8^{μ} environ, ces zones étant séparées par un intervalle de grande transparence.

La première de ces régions comporte, dans tous les cas, deux bandes très fortes, nettement séparées, dissymétriques, se localisant entre $2^{\mu},98$ et $3^{\mu},08$, d'une part, et entre $3^{\mu},42$ et $3^{\mu},50$ d'autre part, l'absorption étant un peu plus forte pour la première de ces bandes. Quant à la seconde région, elle offre seulement deux bandes dissymétriques si l'alcool est primaire (sauf pour les alcools méthylique et éthylique), l'une entre $6^{\mu},85$ et $6^{\mu},93$ et l'autre entre $7^{\mu},34$ et $7^{\mu},40$; elle en a une troisième, également dissymétrique, si l'alcool est secondaire ou tertiaire, sise respectivement vers $7^{\mu},70$ dans le premier cas et entre $7^{\mu},90$ et $8^{\mu},00$ dans le deuxième cas. Le passage à des homologues ou de termes à chaîne droite aux termes correspondants à chaîne ramifiée ne modifie que de quelques centièmes de μ la position des bandes et les décalages constatés se présentent sans loi apparente. Notons enfin que, pour les alcools secondaires ou tertiaires, la bande de 3^{μ} correspond à des longueurs d'onde un peu inférieures à celles de la fonction alcool primaire.

Entre $3^{\mu},5$, et $6^{\mu},85$, se place un domaine d'absorption faible : il ne comporte, dans beaucoup de cas, que des bandes faibles distribuées irrégulièrement, mal définies et d'autant moins bien marquées que l'on s'élève dans la série des alcools. Il faut toutefois faire exception pour une région de très forte absorption située entre $5^{\mu},80$ et $6^{\mu},15$, et qui apparaît principalement pour les homologues supérieurs.

En ce qui concerne *les poly-alcools*, glycols et glycérines, la présence dans la molécule de plusieurs groupements alcooliques ne modifie pas l'allure générale de l'absorption.

On constate seulement l'apparition de quelques bandes secondaires faibles entre $3^{\mu},5$ et $6^{\mu},85$ et des décalages quelquefois notables dans les régions de grande opacité précitées. La particularité la plus intéressante, présentée par les glycols et les glycérines, réside en ce que tous les degrés de la fonction alcool, présents dans la molécule, ne se manifestent pas toujours simultanément par toutes leurs bandes caractéristiques.

Le tableau suivant résume l'ensemble de nos résultats; les bandes marquées * sont moins bien définies.

Bandes d'absorption (en μ).

Alcool méthylique [1]	3,08	3,50	4,65	4,95		6,12	6,98	7,20	
» éthylique	3,05	3,48	4,38		5,36	5,96*	7,10	7,34	
» propylique	3,02	3,42	4,58	4,95	5,25	6,12	6,89	7,38*	
» isopropylique	3,03	3,43	4,7*		5,33	6,12	6,88	7,36	7,80
» butylique (N)	3,05	3,49		5,00		6,20	6,92	7,36	
» isobutylique	3,03	3,48	4,40	4,93		6,12	6,88	7,34	
Butanol-2 [2]	3,02	3,44	4,20		5,36	5,92	6,88	7,34	7,67
Alcool butylique 3°	2,99	3,42	4,25	4,80	5,53	6,07	6,85	7,37	8,00
» isoamylique	3,03	3,46		4,95		6,1*	6,87	7,34	
» amylique 3°	2,99	3,41		4,85		6,12	6,90	7,38	7,93
» hexylique	3,04	3,43		4,85*		6,13	6,89	7,33	
» heptylique	3,04	3,48		5,00		5,90	6,89	7,36	
» octylique 1°	3,04	3,48				5,90	6,90	7,36	
» octylique 2°	3,02	3,48			5,38	5,88	6,88	7,34	7,67
» nonylique	3,02	3,46	4,40*	5,01		5,90	6,88	7,34	
» décylique	3,06	3,48				5,90	6,88	7,31	
» undécylique	3,00	3,44			5,58	6,12	6,93	7,38	
» duodécylique	3,05	3,48					6,90	7,38	
$(CH^3)^2.CH.CH^2.CHOH.C.(CH^3)^2$ (OH sous C)	3,01	3,44		4,75		6,15	6,90	7,36	7,87
$C^6H^{13}.CHOH.C.(CH^3)^2$ (OH sous C)	2,98	3,44		4,75	4,94	5,90	6,90	7,36	7,85
$C^6H^{13}.CHOH.C.\langle{}^{CH^3}_{(CH^2).\ CH^3}$ (OH sous C)	3,00	3,44				5,94	6,90	7,36	7,87
$C^6H^{13}.CHOH.C.\langle{}^{CH^3}_{C^2H^5}$ (OH sous C)	2,98	3,46	4,45	4,75		5,94	6,92	7,34	7,86
$CH^3.CHOH.CHOH.CH^2OH$	3,08	3,42		4,77		6,10	7,08	7,34	7,75
$C^2H^5.CHOH.CHOH.CH^2OH$	3,08	3,42		4,85*		6,15	6,92	7,07	7,75
$C^3H^7.CHOH.CHOH.CH^2OH$	3,08	3,42		4,83		6,13	6,90	7,22	7,72
$C^4H^9.CHOH.CHOH.CH^2OH$	3,08	3,44				5,87	6,93	7,34	7,72
Erreurs moyennes sur les longueurs d'onde	±0,015	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02

(1) En plus, une bande à $3^{\mu},38$.

(2) En plus, une bande à $5^{\mu},66$.

APPAREILS DE MESURE. — *Sur un appareil à fil chaud pour la détermination des grandes altitudes.* Note de MM. **E. Huguenard**, **A. Magnan** et **A. Planiol**, présentée par M. Rateau.

Un fil chauffé vers 1000° par un courant électrique atteint son équilibre de température quand la quantité de chaleur apportée en un temps donné par effet Joule est dissipée par rayonnement et surtout par convection dans l'atmosphère environnante. La température du fil est par conséquent fonction de la densité de cette atmosphère, et il est possible d'établir une relation entre la pression et la température d'une masse gazeuse, d'une part, et la température d'équilibre du fil, d'autre part.

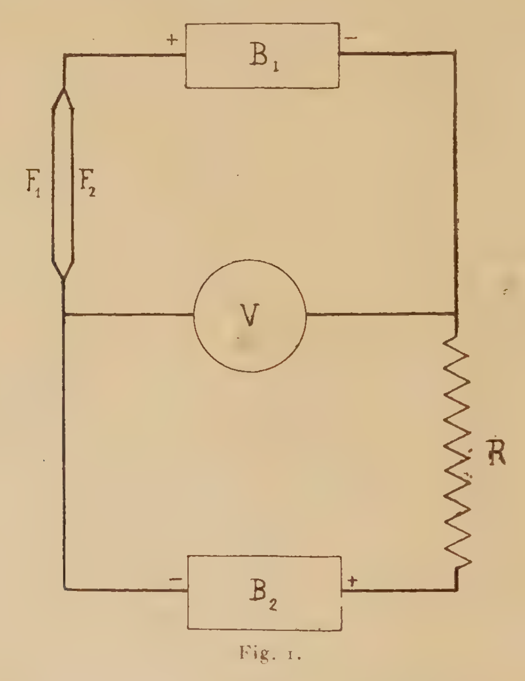


Fig. 1.

Si le métal constituant le fil présente un coefficient de température convenable, on pourra utiliser la mesure de la résistance du fil à la détermination de sa température d'équilibre et en déduire la densité de l'atmosphère. L'intensité du courant qui traverse ce fil transporté à diverses altitudes sera par suite une fonction de ces altitudes et pourra servir de base à des mesures altimétriques, l'appareil étant maintenu à température constante.

Pour nous rendre compte du fonctionnement d'un appareil basé sur ce principe, nous avons utilisé le dispositif même de notre anémomètre à fil chaud décrit précédemment (1).

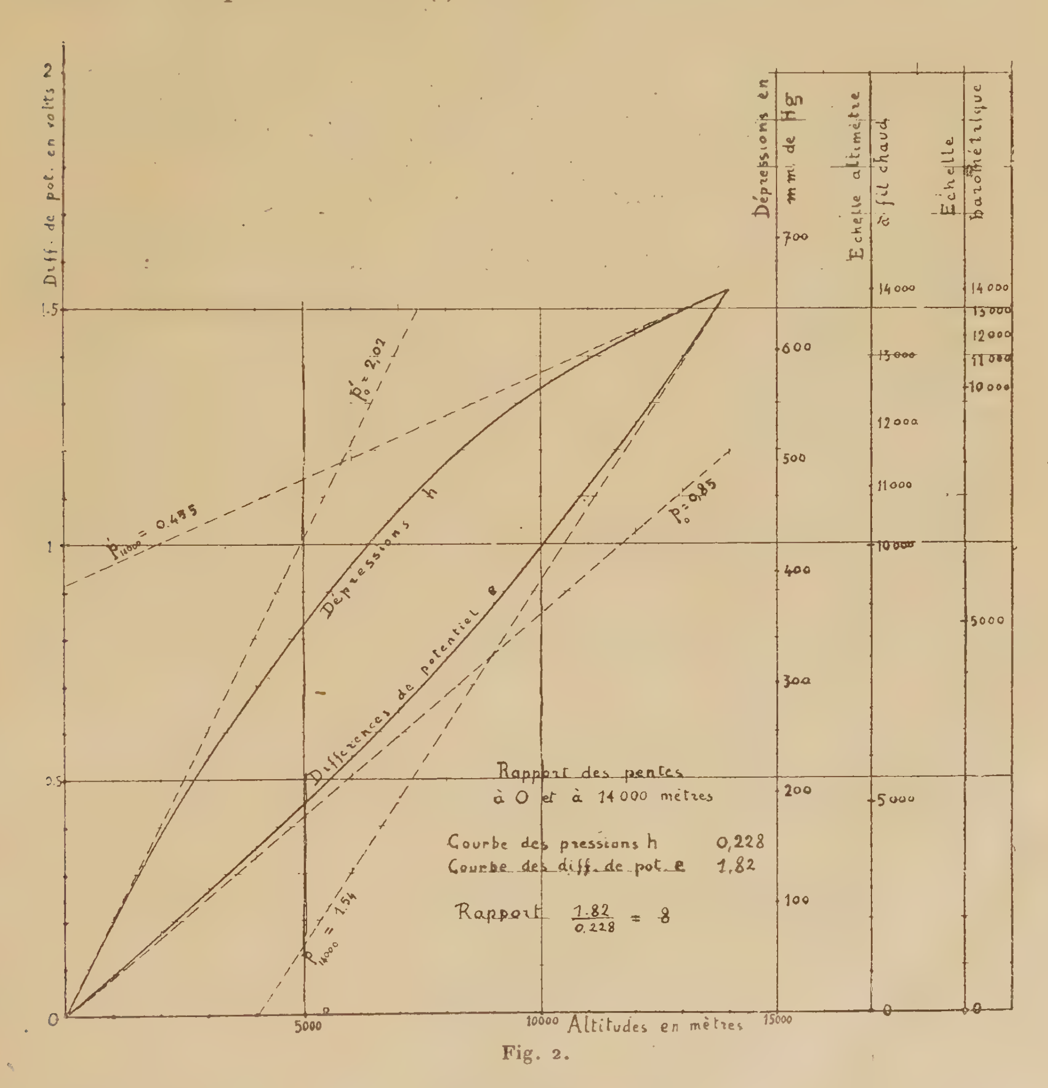


Fig. 2.

Dans un même circuit, nous avons disposé (*fig.* 1) en série une batterie B_1 de 16 volts, un groupe de deux fils de platine F_1 et F_2 de 25^{μ} de diamètre et de 7^{cm} de longueur chacun, montés en parallèle, une seconde batterie B_2

(1) Huguenard, Magnan, Planiol, *Sur un anémomètre à fil chaud à compensation* (*Comptes rendus*, 176, 1923, p. 287).

de 18 volts et une résistance R réglable d'une quarantaine d'ohms. Un voltmètre V qui peut être enregistreur, placé comme l'indique la figure 1, est ramené au zéro de sa graduation en agissant sur la résistance R, l'instrument étant soumis à la pression de 760^{mm} et à une température voisine de 20°.

Si l'on diminue la pression autour des deux fils F_1 et F_2, leur résistance augmente et le voltmètre V dévie. La déviation de celui-ci, si l'on suppose la température de l'air constante, mesure alors la densité de l'atmosphère qui entoure les fils et peut par conséquent servir à déterminer l'altitude à laquelle l'air possède cette densité.

Nous avons placé les deux fils F_1 et F_2 sous une cloche dans laquelle nous avons fait le vide, et nous avons noté pour diverses pressions les déviations correspondantes du voltmètre. Nous avons porté en abscisses, sur la figure 2, les altitudes déduites des pressions observées à l'aide de la formule du S. T. Aé. et en ordonnées les indications fournies par le voltmètre. Nous avons obtenu une courbe, qui montre que la sensibilité de notre appareil croît avec l'altitude et se trouve environ 1,8 fois plus grande quand on approche de 14000^{m} qu'au sol.

Nous avons porté sur la même figure 2 les pressions barométriques relatives aux diverses altitudes et d'après lesquelles s'effectuent, à l'aide des baromètres usuels, les déterminations altimétriques. On voit que la variation de pression, pour un même accroissement de l'altitude, est environ 4,4 fois plus petite à 14000^{m} qu'au sol.

Notre dispositif à fil chaud présente donc, par rapport aux baromètres, l'avantage d'une sensibilité près de 8 fois plus grande vers 14000^{m}. D'autre part, aucun des organes qui le constituent ne présente d'hystérésis, et il est en outre très facile de rendre l'instrument insensible aux variations de température extérieure. Il suffit, par exemple, d'employer une résistance R ayant le même coefficient de température que le fil de platine.

D'un autre côté, l'influence de l'humidité est négligeable aux grandes altitudes en raison de la très basse température de l'atmosphère. En effet, pour -50°, température voisine de celle de la stratosphère, la force élastique de la vapeur d'eau n'est plus que de $0^{mm},034$.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur l'homogénéité des vitesses initiales des rayons α du polonium.* Note [1] de M[lle] IRÈNE CURIE, présentée par M. J. Perrin.

On voit que tous les rayons α émis par un même corps radioactif ont des vitesses sensiblement égales. Geiger [2] a vérifié l'homogénéité des vitesses initiales des rayons α du radium C avec une précision qu'il estimait à 0,5 pour 100.

Les expériences sur la distribution de longueur des rayons α [3] m'ont amené à reprendre cette étude pour confirmer ce résultat et pour essayer d'obtenir une précision plus grande. En effet, les différences de parcours observées sont un peu supérieures aux prévisions théoriques, et il convient de s'assurer que cet écart ne provient pas d'un manque d'homogénéité des vitesses initiales. Le rayonnement employé dans mes expériences sur la distribution de longueur étant celui du polonium, c'est également celui-là que j'ai utilisé ici.

La méthode était celle de la déviation magnétique, avec le dispositif ordinaire : les rayons α passent par deux fentes, parallèles entre elles, et à la direction des lignes de champ magnétique; ils sont reçus sur une plaque photographique parallèle aux fentes et perpendiculaire au plan qui passe par elles. On fait le vide dans l'appareil.

Les fentes avaient environ $0^{mm},05$ de largeur et étaient distantes de 4^{cm}; la source de rayonnement était placée à quelques millimètres au-dessous de la première fente et la plaque était à 18^{cm} de celle-ci; on employait un champ de 10000 gauss environ, avec des pièces polaires de 11^{cm} de diamètre.

On fait successivement une pose sans champ magnétique et une pose avec champ magnétique; on compare sur la plaque la largeur, $2\delta'$, de la raie déviée à celle 2δ, de la raie non déviée.

L'étude des conditions de l'expérience paraîtra prochainement dans un autre Recueil. Elle se divise en trois parties :

1° *Étude géométrique.* — Les vitesses des rayons étant supposées égales, et les fentes parfaites, on détermine par le calcul l'élargissement relatif $\frac{\delta' - \delta}{\delta}$ que doit subir la raie déviée par rapport à la raie non déviée, quand la

---

(1) Séance du 9 mars 1925.

(2) GEIGER, *Radium*, 7, 1910, p. 136.

(3) IRÈNE CURIE, *J. de Phys. et Rad.*, 4, 1923, p. 170.

déviation est X; on est obligé de supposer une distribution de champ magnétique plus simple que celle qui existe réellement, mais on peut voir que cela n'a pas d'importance, étant donné qu'il ne s'agit pas d'une détermination absolue de la vitesse.

2° *Étude physique.* — On examine ensuite les diverses causes d'erreur qui peuvent modifier la largeur des raies, les vitesses des rayons étant toujours supposées égales :

Les bords des fentes, qui doivent être très parfaits sont constitués par des biseaux de quartz taillé; on discute l'effet des rayons α qui traversent l'extrême bord des biseaux.

La constance du champ magnétique est réalisée à 1 pour 1000 près.

La longueur de la source de rayonnement ne doit pas dépasser 3^{mm} environ, sans quoi l'on observe un élargissement de la raie déviée qui n'est pas prévu géométriquement et qui résulte de ce que le champ magnétique n'est pas absolument constant le long de lignes parallèles aux fentes.

3° *Influence des différences des vitesses sur la largeur apparente de la raie déviée.* — On définit l'intensité d'impression sur la plaque comme proportionnelle au nombre de rayons reçus; on calcule la courbe de variation de l'intensité dans la largeur de la raie déviée en faisant successivement les suppositions suivantes : (a) les vitesses sont réparties autour d'une vitesse V suivant une loi de probabilité de coefficient v; (b) les vitesses sont réparties uniformément entre deux vitesses très voisines $V - v_1$ et $V + v_1$. On trouve que la courbe d'intensité est pratiquement la même pour la répartition de probabilité avec coefficient v et la répartition uniforme entre $V - v_1$ et $V + v_1$ où $v_1 = 1,1\,v$, bien qu'il il y ait théoriquement une grande différence, puisque l'intensité ne s'annule qu'à l'infini dans le premier cas, pour une limite finie dans le second cas.

Un fait ressort de l'étude de la courbe d'intensité : l'élargissement de la raie déviée dépend du rapport de l'intensité maximum I (intensité au milieu de la raie) à l'intensité minimum i observable au microscope sur les bords de la raie. Pour un rapport $\frac{I}{i}$ trop faible, on ne peut constater aucun élargissement de la raie déviée; quand le rapport $\frac{I}{i}$ augmente indéfiniment, l'élargissement augmente indéfiniment dans le cas (a), jusqu'à une limite $X \times \frac{2v_1}{V}$ dans le cas (b).

Par conséquent, on ne peut attacher aucun sens numérique précis à une expérience sur l'égalité de largeur des raies quand il n'y a aucune indica-

tion d'intensité. Ainsi, dans l'expérience de Geiger, où l'auteur mesurait la largeur d'une bande de scintillations, l'élargissement de la raie déviée était trouvé inférieur à 0,5 pour 100 de la déviation : la conclusion géométrique suivant laquelle l'homogénéité des vitesses était vérifiée à la même précision est inexacte; si le nombre de scintillations était grand (ce que l'auteur n'indique pas) la précision pouvait être assez grande, mais n'atteignait certainement pas 0,5 pour 100.

Résultats expérimentaux. — Dans mes expériences, une indication approximative de la valeur du rapport $\frac{I}{i}$ était fournie par la visibilité d'une raie faible (faite en renversant le champ) correspondant à une pose six ou sept fois plus faible que la pose de la raie déviée et non déviée.

Bien que la pose pour chacune de ces raies fût de 5 ou 6 heures, l'intensité était faible, car il est difficile d'obtenir une source de densité d'activité suffisante et présentant en même temps une surface très propre, sur laquelle les rayons ne peuvent subir aucune absorption.

Dans l'un des meilleurs clichés, on pouvait apprécier à 8 ou 10 environ le rapport $\frac{I}{i}$ de l'intensité maximum à l'intensité limite observable; la déviation était de $3^{cm},6$, la largeur de la raie de $0^{mm},40$. On peut estimer qu'un élargissement de $0^{mm},03$, soit 0,8 pour 1000 de la déviation, aurait été décelé.

Il n'y a aucune indication des différences des vitesses initiales des rayons α du polonium. Si l'on admet une répartition uniforme des vitesses entre deux limites, l'écart extrême n'atteint pas 0,3 pour 100. Si l'on admet une répartition des vitesses autour de la vitesse V, suivant une loi de probabilité de coefficient $v = \gamma V$, on trouve $\gamma < 0,15$ pour 100, c'est-à-dire que les trois quarts des rayons ont des vitesses qui diffèrent de moins de 0,3 pour 100.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Relation entre la structure des monoacides non saturés et leur oxydation sulfochromique comparée.* Note de M. **Louis-Jacques Simon.**

Une Note précédente [1] a montré que dans le groupe des biacides non saturés l'existence d'un groupe $CH^2 =$, latéral était corrélatif de la com-

---

[1] *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 673-675.

bustion chromique complète, c'est-à-dire, dans la terminologie adoptée, d'un *déficit d'oxydation chromique nul.*

I. En est-il de même des monoacides non saturés renfermant le groupe CH^2, c'est-à-dire de l'acide acrylique et de ses homologues directs?

$$CH^2 = CH - CO^2H, \qquad CH^2 = CH - CH^2 - \ldots - CO^2H.$$

Les résultats de cette enquête se trouvent réunis avec d'autres dont il sera question plus loin dans le tableau suivant dans lequel, conformément à des conditions déjà exprimées, C_1 représente la teneur centésimale en carbone révélée par l'oxydation chromique, C_2 la teneur centésimale réelle obtenue avec une approximation suffisante au moyen de la méthode au bichromate d'argent et $\Delta = \frac{C_2 - C_1}{C_2} n$ le déficit d'oxydation, c'est-à-dire le nombre d'atomes de carbone qui échappent ou sont dissimulés à l'oxydation chromique.

Nom des substances.	Carbone pour 100. C_1 par CrO^3.	Carbone pour 100. C_2 par $Cr^2O^7Ag^2$.	Valeur théorique.	Déficit d'oxydation. Δ.
Acrylate de sodium	38,26 38,4 39,1	40 39,9 40,5	38,29	0
» d'argent	19,4 19,6 19,74	20,1 20,0	20,1 20,0	0
» de plomb	19,14 20,06	20,3 20,5	20,3 20,5	0
Acide crotonique	41,82	55,49	55,8	1
Crotonate de méthyle	43,77 43,8	58,8 59,1	60	1,1
Crotonate d'éthyle	27,1 26,8	63,3 63,6	63,15	3,1
α-β-penténoïque	51,3 51,5	60,1 59,9	60	0,7
α-β-penténoate d'argent	24,2 24,4	29,1 29,8	29	0,8
γ-δ-penténoïque (Éch. I)	50,1 49,3 48,9	60,1 59,6 59,7	60	0,9
» (Éch. II)	47,6 47,1 48	59,8 60,2 60,2	60	1
γ-δ-penténoate de méthyle	55 54,95	62,6 63,1	63,15	0,8
Acide diméthylacrylique	41,8 42,1	60,1 60,4	60	1,5
Acide tiglique	36,3 36,2 35,9	59,9 60,1	60	2
Tiglate de méthyle	41,9 42,1	63,2	63,16	2
Acide undécylénique	64,4 63,85	71,25 71,3	71,74	1,16
Undécylénate de baryum	48,97 49,29 49,07 48,7	52,14 52,41 52,5	52,44	0,7
Acide cinnamique	73,3 73,2	72,91 72,67	72,97	0
Cinnamate de méthyle	73,1 73,8	74 73,75 73,92	74,07	0

On peut se rendre compte que $\Delta = 0$ pour les sels de l'acide acrylique. Ceci se vérifiera certainement pour l'éther méthylique et pour l'acide lui-même, à condition de l'avoir pur.

Pour l'acide allylacétique — γ-δ-penténoïque — $\Delta = 1$. Il y a là une

contradiction apparente qui s'explique par le fait connu qu'en présence d'acide sulfurique concentré cet acide s'isomérise en γ-lactone. Celle-ci se comporte à l'oxydation comme l'oxyacide correspondant, c'est-à-dire comme l'acide saturé ([1]) correspondant pour lequel $\Delta = 1$. Il en serait de même pour le β-γ-penténoïque. La même anomalie se présenterait pour l'acide vinylacétique.

Pour l'acide undécylénique dont la formule admise sans restriction dans la dernière édition du dictionnaire de Berlstein est

$$CH^2 = CH - (CH^2)^8 - CO^2H$$

on devait s'attendre également à une valeur nulle pour Δ. Or on observe $\Delta = 1,16$; *ici ce n'est pas une anomalie : la formule admise doit être inexacte.* D'ailleurs dès 1894 Goldsobel ([2]) en rectifiant la formule de l'acide ricinoléïque donnée par Krafft avait proposé comme corollaire de remplacer la formule de l'acide undécylénique par une autre dans laquelle la double liaison était déplacée $CH^3 - CH = CH - (CH^2)^7 - CO^2H$. Avec cette formule s'accorde la valeur de Δ.

II. Qu'arrive-t-il pour les monoacides non saturés ne renfermant pas le groupe $CH^2 =$, pour ceux qui renferment le groupe $CH^3 - CH =$ tels que l'acide crotonique $CH^3 - CH = CH - CO^2H$? L'oxydation intermédiaire fournit un biacide pour lequel $\Delta = 0$ et une molécule d'acide acétique.

On est donc ramené au cas des acides saturés renfermant le même nombre d'atomes de carbone (*loc. cit.*). L'acide crotonique se comportera donc comme l'acide butyrique $\Delta = 0,92$, le β-γ-pentenoïque comme l'acide valérique $\Delta = 1,05$, l'acide undécylénique comme l'acide saturé au C^{11} c'est-à-dire à peu près comme l'acide laurique en C^{12} pour lequel $\Delta = 1,18$, etc.

III. Qu'arrive-t-il enfin pour les acides non saturés renfermant un radical CH^3 en chaîne latérale? Comme dans tous les cas observés jusqu'ici la valeur s'élève et ceci s'interprète comme chacun peut s'en rendre compte par les termes intermédiaires d'oxydation. C'est ce que le tableau montre pour les acides diméthylacrylique et tiglique qui sont tous deux des acides méthylcrotoniques substitués, le dernier au voisinage du carboxyle, l'autre à l'atome de carbone suivant.

([1]) *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 167.

([2]) *D. ch. G.*, 27, 1894, p. 3123.

IV. Enfin pour l'acide cinnamique, l'oxydation doit comporter la production d'intermédiaire d'acide benzoïque et d'acide oxalique pour lesquels $\Delta = 0$. L'accord est donc excellent.

En résumé, pour tous les corps examinés la méthode de détermination du carbone par *l'oxydation au bichromate d'argent* s'applique avec une approximation suffisante et la méthode *d'oxydation chromique comparée* comme je la désignerai désormais, conduit à des conclusions conformes à la structure. En particulier elle suggère pour l'acide undécylénique une formule différente de celle qu'on admet aujourd'hui et qui doit donc être soumise à de nouveaux contrôles.

MINÉRALOGIE. — *Sur deux clinochlores chromifères du Togo.* Note de M. J. **Orcel.**

Dans une étude sur la chromite du mont Djéti, cercle d'Atakpamé (Togo), M. H. Arsandaux [1] signale l'existence d'une chlorite chromifère tantôt violette, tantôt verte, formant un revêtement discontinu de couches feutrées un peu schisteuses à la surface de blocs de chromite au voisinage de Patevi à 20^{km} au sud-sud-ouest d'Atakpamé.

Ces chlorites se présentent sous forme de petites lamelles dont la plus grande dimension ne dépasse pas 1 à 2^{mm}. Elles sont de signe optique positif; l'angle de leurs axes optiques est très faible, mais le mauvais état des lamelles n'en permet pas de mesure correcte. Leur biréfringence est voisine de celle du clinochlore; elles ne sont pas polychroïques en lames minces.

Presque toutes ces lamelles renferment une plage centrale moins biréfringente mais de même orientation optique que les bords. Les contours en sont nettement délimités et parallèles à ceux de la lamelle. Ces plages sont l'indice de petites variations locales de composition chimique.

Les lamelles, surtout celles de la variété verte, présentent fréquemment des macles polysynthétiques suivant p.

D'après M. H. Arsandaux, « on trouve généralement associées ces deux variétés de chlorite, la verte recouvrant la violette et celle-ci étant en contact avec la chromite ».

L'analyse chimique de ces deux minéraux m'a conduit aux résultats ins-

---

(1) H. Arsandaux, *Bull. Soc. franç. Min.*, 48, janvier 1925 (*sous presse*).

crits dans le tableau ci-dessous. La chlorite violette (analyse A, moyenne de deux analyses) est mélangée à un peu de chromite qui a été soigneusement éliminée par l'iodure de méthylène; je me suis assuré que les inclusions trop fines qui subsistent dans les lamelles étaient en quantité négligeable, en attaquant la chlorite par le mélange $HF + SO^4H^2$ qui n'attaque pas sensiblement la chromite : le résidu ne dépasse pas 0, 10 pour 100 de la masse attaquée. La chlorite verte (analyse B) plus éloignée de la chromite ne renfermait pas d'inclusion de ce minéral. Elle est aussi beaucoup moins chromifère.

	A.	Molécules.		Rapports moléculaires.	B.	Molécules.	Rapports moléculaires.	C.
SiO^2....	31,78	5296		$3 \times 1,76$	32,42	5403	$3 \times 1,80$	32,67
Al^2O^3...	15,24	1494	1796	$1 \times 1,79$	16,95	1755	$1 \times 1,75$	13,18
Cr^2O^3...	4,16	273			0,85			4,09
Fe^2O^3...	0,47	29			0,62			0,71
FeO....	1,20	200	8917	$5 \times 1,78$	1,05	9115	$5 \times 1,82$	0,81
MgO....	34,87	8717			35,88			35,75
H^2O (+).	12,48	6933		$4 \times 1,73$	12,79	7105	$4 \times 1,77$	12,63
	100,20				100,56			99,84

Les résultats analytiques ci-dessus conduisent donc à la formule

$$3SiO^2, (Al, Cr)^2O^3, 5MgO, 4H^2O$$

qui est celle d'un clinochlore dans lequel une partie de l'aluminium serait remplacée par du chrome en quantité plus ou moins grande. La variété violette, riche en chrome, est analogue à la kotschubéite, mais elle en diffère par la valeur du rapport $\frac{SiO^2}{R^2O^3}$ qui est très voisin de $\frac{10}{3}$ pour ce dernier minéral, comme le montre l'analyse C, moyenne des analyses de kotschubéite d'Ufaleisk et de Schuschinsk (Jujinsk), district de Bilimbaewsk (Oural), faites par N. Zinin et le duc N. de Leuchtenberg (1). Les teneurs en FeO et Fe^2O^3 indiquées sont celles que j'ai déterminées sur un échantillon d'Ufaleisk de la collection du Muséum, ces auteurs ne donnant que la teneur en fer total.

Les indices et la densité des deux clinochlores chromifères de Patevi, de composition chimique semblable, augmentent en même temps que la teneur en chrome.

L'indice n_p a été mesuré par la méthode de M. P. Gaubert (2) et la densité

---

(1) Cf. N. Kokcharow, *Mater. Min. Russ.*, 5, 1866, p. 369.
(2) P. Gaubert, *Bull. Soc. franç. Min.*, 45, 1922, p. 89.

par la méthode de la balance hydrostatique en utilisant le xylol comme liquide d'immersion.

J'ai obtenu les valeurs suivantes :

	Densité.	n_p (flamme jaune du sodium).
Clinochlore violet	2,673	1,579 ± 0,002
Clinochlore vert.................	2,657	1,571 ± 0,002

La petitesse des lamelles qui rend difficile leur orientation ne permet pas de mesurer correctement n_g, mais la biréfringence des deux variétés étant la même, cet indice s'accroît vraisemblablement en même temps que n_p quand la teneur en chrome augmente.

L'identité de composition chimique et en particulier de la teneur en fer permet de constater que la coloration violette n'apparaît qu'au-dessus d'une certaine teneur en chrome. Pour les teneurs inférieures la coloration verte due au fer domine.

On peut comparer ces deux variétés de chlorite au « clinochlore mimétique » du Zillerthall décrit par Tschermak ([1]). Leur uniaxie apparente pourrait s'expliquer comme dans ce minéral par des macles répétées de lamelles biaxes entre-croisées.

Dans la théorie de M. W. Vernadsky ([2]) sur les alumosilicates, ces deux clinochlores chromifères peuvent s'interpréter comme des mélanges isomorphes de sels acides de deux acides complexes de même formule :

$$Al^2Si^3(OH)^{18} \quad \text{et} \quad Cr^2Si^3(OH)^{18}$$

dérivés des anhydrides théoriques $Al^2Si^3O^9$ et $Cr^2Si^3O^9$ par combinaison avec $9H^2O$.

Les kotschubéites d'Ufaleisk et de Schuschinsk ont une composition plus compliquée correspondant à la formule

$$10SiO^2, \quad 3Al^2O^3, \quad 16MgO, \quad 13H^2O.$$

On peut les envisager comme des sels doubles acides des acides alumo et chromosiliciques complexes :

$$2(Al, Cr)^2Si^3(OH)^{18} + (Al, Cr)^2Si^4(OH)^{22}.$$

Le premier est l'acide du clinochlore; le second dérive de l'anhydride complexe $Al^2Si^4O^{11}$ (anhydride de la pyrophyllite) par combinaison avec $11H^2O$; on peut le faire intervenir dans l'interprétation de la composition chimique des pennines.

([1]) TSCHERMAK, *Sitz. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien*, 99 (1), 1890, p. 56.

([2]) W.-J. VERNADSKY, *Bull. Ac. Sc. Saint-Pétersbourg*, (6), 3, 1909, p. 1183-1202.

LITHOLOGIE. — *Sur quelques types de roches écrasées des Vosges.* Note de M. **Jean Jung.**

Le massif ancien des Vosges offre de bonnes conditions pour l'étude des phénomènes d'écrasement et de recristallisation des roches au cours des phénomènes orogéniques. Les observations que l'on peut y faire mettent en évidence certains points du mécanisme par lequel s'opèrent ces transformations.

Le terrain cristallophyllien y est d'âge antécambrien; il forme en effet le soubassement de la série primaire. Il doit son métamorphisme régional et ses premiers plissements à des phases orogéniques très anciennes.

Ce vieux massif a été repris ensuite dans la chaîne hercynienne. Il a été détruit en partie à la fin du Dinantien par l'intrusion du granite porphyroïde et par les phénomènes orogéniques intenses qui ont suivi cette période de métamorphisme.

On trouve des roches écrasées appartenant à deux types différents. Les unes sont des mylonites hercyniennes formées aussi bien aux dépens du granite que du gneiss. Les autres, plus anciennes, sont antérieures à l'intrusion du granite; elles portent la trace d'un certain métamorphisme qui les a transformées en gneiss œillés.

Mylonites. — Les mylonites ont un grand développement le long des grands accidents tectoniques hercyniens et en particulier le long de la ligne de contact anormal qui sépare les gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines du massif du granite du Haut-du-Faite. L'intensité de l'écrasement est très variable; tantôt les roches sont réduites à l'état de fine bouillie, tantôt elles ont simplement acquis une structure cataclastique. En plaque mince comme sur le terrain, on voit que le granite n'a pas été également écrasé dans toute sa masse; des paquets de roche peu déformée ont glissé entre des zones d'étirement intense en sorte que le laminage se traduit par l'écoulement fluidal de lentilles glissant les unes contre les autres.

Cet écrasement a été suivi de transformations minéralogiques.

La biotite très colorée primitive a donné naissance à de petites paillettes d'une biotite blonde, d'apparence séricíteuse, qui a constitué dans toute la roche un véritable feutrage. On trouve aussi de l'anatase, de l'épidote et, parfois, des rosettes d'une chlorite aciculaire assez biréfringente. Le tout est cimenté par le quartz secondaire qui se présente sous la forme d'une marqueterie de grains isométriques ou, encore, en traînées floues serpentant entre les débris.

Une observation attentive montre qu'il y a eu en outre une néoformation de feldspaths alcalins dont l'intensité n'est pas négligeable.

Il est parfois difficile de faire la part entre les feldspaths anciens et les feldspaths de néoformation; les extinctions roulantes des cristaux primaires tordus se confondent avec le moirage de l'orthose et du microcline nouvellement formés. Mais on observe facilement la naissance de feldspaths alcalins dans les fentes dépourvues de minéraux primaires.

Dans ce type de roche qui mérite le nom de *mylonite*, on observe simplement la néoformation de minéraux d'origine hydrothermale.

Gneiss œillés. — Tandis que le granite porphyroïde écrasé en reste au stade mylonite, il existe dans le massif de gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines d'autres roches laminées plus anciennes, qui sont devenues de véritables gneiss œillés.

Dans les gneiss œillés de Bois-l'Abbesse, qui forment des lames alternant avec des leptynites, les phénomènes mécaniques sont les mêmes que ceux qui viennent d'être décrits. Cependant on ne trouve plus ni chlorite, ni épidote, ni anatase; la biotite blonde sériciteuse est remplacée par une biotite franche très polychroïque. Les feldspaths nouveaux remplissent avec le quartz les vides de la roche.

Dans les gneiss œillés de Sainte-Croix, la biotite et la hornblende de néoformation ont le même aspect que dans un gneiss véritable et moulent, avec l'albite et l'orthose de néoformation, les anciens cristaux brisés.

Les recristallisations des gneiss œillés de Sainte-Croix et de Bois-l'Abbesse rappellent tout à fait celles des schistes métamorphisés au contact du granite. On trouverait dans les leptynolites les mêmes lamelles de biotite dispersées dans une pâte de quartz et de feldspaths alcalins à contours crénelés.

Il est donc extrêmement probable qu'on se trouve en présence de termes du terrain cristallophyllien écrasés et métamorphisés dès avant la phase orogénique hercynienne. C'est ce que démontre le fait suivant : à Lièpvre ces gneiss œillés métamorphiques sont de nouveau réduits à l'état de mylonite par le plissement hercynien.

En résumé, on n'observe pas, dans les Vosges, de passage progressif des mylonites aux gneiss œillés. Les mylonites qui ont été formées postérieurement à tout métamorphisme ne montrent nulle tendance à recristalliser en un gneiss; au contraire, les gneiss œillés sont des roches très anciennement laminées qui ont subi ensuite l'action du métamorphisme.

GÉOLOGIE. — *Sur la nature d'un massif éruptif : « l'Antatika-Ambereny », de l'Ouest de Madagascar.* Note de M. **Louis Barrabé.**

L'Antatika est une chaîne montagneuse fermée, presque rigoureusement circulaire, de 14^{km} environ de diamètre moyen, située entre les fleuves Ranobe et Manambao, à l'Est de l'extrémité Nord du Bemaraha.

A l'intérieur de la chaîne et la bordant sur toute sa circonférence se trouve une dépression où coulent les principales rivières qui drainent le massif : l'Andaka, l'Ambinda et l'Ambaheva qui, après s'être frayé des passages par des gorges étroites à travers l'Antatika, vont se jeter dans le Ranobe vers le Nord et vers l'Ouest ; l'Ankatrafahy qui va grossir le Manambao vers le Sud.

La dépression circulaire intérieure enserre un plateau, de 350^{m} d'altitude moyenne, supportant un piton élevé : le Mont « Ambereny » (550^{m}) situé au NE du centre du massif dont il est le point culminant.

Malgré sa disposition topographique très curieuse, l'Antatika ne semble pas avoir attiré l'attention des explorateurs ; il a été figuré pour la première fois comme un massif volcanique par MM. Léon Bertrand et Léonce Joleaud sur la carte géologique accompagnant le rapport de la mission officielle qu'ils ont effectuée dans l'Ouest de Madagascar en 1923. Beaucoup d'auteurs considéraient ce massif comme constitué par des terrains sédimentaires. Une étude de la structure et de la constitution pétrographique de ce massif s'imposait donc.

Une des coupes les plus nettes et en même temps la plus accessible du rempart extérieur, c'est-à-dire de l'Antatika proprement dit, est fournie par la vallée de l'Andaka, affluent du Ranobe qu'il rejoint au SE de Tsimirandro.

Lorsqu'on remonte le cours de cette rivière, en partant de son confluent avec le Ranobe, on traverse d'abord une série de grès fins gris verdâtre, plus ou moins micacés et de schistes, l'ensemble présentant un pendage faible vers le Nord. Mais très vite on atteint la gorge qui traverse l'Antatika : les bancs gréseux et schisteux se relèvent alors sensiblement, jusqu'à un pendage NE de 8° environ. A quelque distance en aval de l'aplomb de la crête, des cornéennes et de quartzites, parfois micacés et augitiques, succèdent à la série sédimentaire normale. Quelques centaines de mètres plus en amont encore, on atteint une roche éruptive blanchâtre ou jaunâtre, très fortement arénisée : c'est un gabbro à faciès leucocrate, constitué par

de grands cristaux de labrador englobant quelques gros éléments de diallage. C'est cette roche très altérée et peu résistante qui constitue la zone déprimée où coulent l'Andaka et l'Ambinda; elle est fréquemment traversée par des dykes de microgabbro sombre et de microgranite. La crête de l'Antatika, de part et d'autre de la vallée, est formée de cornéennes ou de grès-quartzites à augite et biotite avec nombreuses intercalations de gabbro à grain plus ou moins fin.

La vallée de l'Ankolitrazo, qui va se jeter dans le Ranobe au SW de Tsimirando, présente la même coupe : la série sédimentaire, constituée par des grès et des schistes gris verdâtre, se redresse et se métamorphise aux abords du massif éruptif qui occupe le cirque intérieur de l'Antatika. La bordure de ce massif se montre formée, à la grande chute de l'Ankolitrazo, par une alternance de gabbros à grain et faciès différents, d'où résulte une disposition en couches litées ayant l'aspect, à distance, de formations sédimentaires.

Vers le Sud et vers l'Est de l'Antatika, la structure de la bordure du massif est la même : la crête de l'Antatika est constituée par des grès-quartzites et des cornéennes, par un gabbro souvent à grain fin ou parfois par un microgranite.

Le vaste plateau circulaire qui occupe la région centrale du massif paraît avoir une structure très simple : une traversée du Nord au Sud, depuis les sources de l'Ankolitrazo jusqu'au point de sortie de l'Ankatrafahy, au cours de laquelle j'ai fait l'ascension de l'Ambereny, m'a permis de constater que : 1° le plateau proprement dit est constitué presque entièrement par un gabbro, sombre en général, à labrador, diallage et olivine, qui repose très nettement sur le gabbro leucocrate de la dépression périphérique; 2° l'Ambereny est un culot acide qui semble formé en totalité par un microgranite pauvre en éléments colorés et présentant le plus souvent une structure pegmatitique.

En résumé, l'Antatika-Ambereny est donc un gros massif éruptif qui a légèrement soulevé et métamorphisé les sédiments permo-triasiques dans lesquels il a fait intrusion : ce sont les cornéennes et les quartzites résultant de ce métamorphisme, ainsi que des intercalations de gabbro, qui constituent la crête de l'Antatika; de nombreux dykes de microgabbro et de microgranite ou de rhyolite traversent les sédiments avoisinants. Le massif éruptif lui-même est composé d'une zone profonde de gabbro leucocrate qui n'est visible que sur le pourtour du plateau central, d'une zone moyenne de gabbro normal ou mélanocrate formant ce plateau lui-même surmonté d'une

troisième zone de microgranite dont il ne subsiste que le mont Ambereny. Les zones les plus profondes sont injectées secondairement par des dykes ou filonnets de même nature pétrographique que les zones superposées.

Cette disposition ne permet pas, à mon avis, de considérer l'Antatika-Ambereny comme un volcan ; plusieurs caractères sont plus particulièrement incompatibles avec cette manière de voir : 1° la nature grenue des roches constituant le massif, les roches acides comprises; 2° le redressement des couches sédimentaires et leur métamorphisme sur le pourtour de l'Antatika ; 3° enfin l'absence d'intercalations de tufs et de cinérites dans la série éruptive.

Il y a donc lieu de penser, malgré la forme circulaire très régulière du rempart de l'Antatika, que l'on se trouve en présence d'un laccolite. L'âge de cette intrusion est difficile à préciser; toutefois, elle est certainement postérieure aux couches du Trias qui ont été soulevées. D'autre part, le seul indice local d'une formation géologique postérieure à la mise en place de ces roches, est fourni par la présence de galets roulés de quartz sur la crête de l'Antatika et même sur le sommet de l'Ambereny : ce sont les témoins d'une nappe alluviale dont les éléments proviennent du massif cristallin et qui s'est déposée à la suite d'une pénéplénation importante de la région. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est difficile de préciser s'il s'agit là de la base de la série transgressive du Crétacé moyen ou, plus vraisemblablement, des dépôts formés à la surface de la pénéplaine néogène.

GÉOLOGIE. — *L'âge relatif des phtanites et dolomies du calcaire carbonifère du Nord de la France et de la Belgique.* Note de M. **L. Cayeux**, présentée par M. H. Douvillé.

Les phtanites, qui sont au calcaire carbonifère ce que sont les silex par rapport à la craie, se développent non seulement dans le calcaire mais dans la dolomie qui lui est subordonnée. En raison du mystère qui continue à planer sur la dolomitisation des calcaires, il est intéressant de fixer l'âge relatif des accidents siliceux et des dolomies qui les renferment. Je choisirai pour cela une dolomie à phtanites appartenant à l'horizon caractérisé par *Syringothyris cuspidata* et *Caninia patula*, exploitée près d'Avesnes-sur-Helpe (Flaumont-Waudrechies (Nord). L'analyse de nombreux échantillons permet de distinguer trois types.

1. *Phtanites riches en débris organiques, sans traces d'inclusions dolomitiques.* — La roche, souvent pétrie de restes organiques, réalise le type de nombreux phtanites observés dans le calcaire carbonifère non dolomitisé. On y reconnaît en toute certitude les groupes suivants : Brachiopodes, Bryozoaires, Oursins, Crinoïdes, Spongiaires, Foraminifères, Radiolaires, auxquels il faut ajouter des débris douteux de Mollusques. Seuls les restes d'Échinodermes sont partiellement calcaires. Le dessin de ces éléments est souligné par une matière brune qui souille le fond des préparations et par une cristallisation de la silice plus large que celle de la gangue. Des préparations ont conservé dans tout ou partie de leur étendue une foule de débris calcaires, visibles aux plus faibles grossissements, tous rongés, représentant, à n'en pas douter, des témoins de la composition première du dépôt.

Aucune trace de dolomie n'existe dans ces phtanites, et la transition des rognons à la dolomie se fait de façon brusque. Il en résulte que la silicification est antérieure à la dolomitisation.

2. *Phtanites plus ou moins riches en débris organiques avec inclusions dolomitiques.* — Le fond de la roche reste ce qu'il était dans le précédent type. Les organismes sont en général moins nombreux et moins bien conservés. On y retrouve des témoins calcaires sous toutes les formes indiquées plus haut. La seule différence importante, c'est qu'à la périphérie des rognons, à proximité de la gangue dolomitique, voire même dans toute leur masse, il existe des inclusions dolomitiques. Ce sont de menus rhomboèdres parfaits, des cristaux incomplets, des grains subrhomboédriques, des éléments corrodés et des traînées irrégulières, capricieusement rongées. Il y a donc là, en présence, des matériaux dolomitiques que la silicification a respectés et d'autres, en grande minorité, qui sont en régression. Chose importante, l'existence de la dolomie dans les phtanites n'exclut pas du tout celle du calcaire dans les organismes et dans la gangue. De telle sorte que le milieu était encore essentiellement calcaire quand la silicification s'est opérée.

3. *Phtanites plus ou moins dépourvus de restes organiques avec nombreuses inclusions dolomitiques.* — A la différence des précédents, ces phtanites ne renferment que très peu ou point d'organismes reconnaissables et les inclusions dolomitiques y jouent un grand rôle. De grandes plages ne renferment aucune trace de dolomie. D'autres sont riches en traînées et amas ne différant en rien de la dolomie encaissante. A proximité et à distance des unes et des autres des cristaux plus ou moins libres abondent,

et parmi eux se trouvent en nombre très élevé des éléments réalisant avec perfection la forme rhomboédrique. Les faits sont tels que la silicification a respecté la presque totalité de la dolomie, et qu'elle a progressé un peu à ses dépens. Ici, comme là, on retrouve des témoins calcaires déchiquetés dans les amas silicifiés.

Abstraction faite de la dolomie, la constitution des échantillons étudiés reproduit, trait pour trait, celle de beaucoup de phtanites des calcaires. Voilé par une matière brune, le fond se résout en calcédoine, peu fibreuse d'aspect, et de cristallisation très fine. Les petits îlots qui font exception marquent l'emplacement d'organismes dont le dessin est souligné par une calcédoine cristallisée en éléments moins exigus, répartis confusément ou ordonnés. Le quartz, parfois si répandu dans les phtanites des calcaires, manque complètement. De rares filonnets calcaires, et jamais dolomitiques, traversent le tout.

A l'état pur, la dolomie, qui englobe les phtanites étudiés, revêt des caractères très uniformes. Elle se résout en éléments tendant vers des formes géométriques, cristallisés le plus souvent en grains subrhomboédriques et parfois en rhomboèdres parfaits. Des variétés font à la calcite une place qui n'est pas négligeable. Mais les organismes, qu'ils fussent calcaires ou siliceux à l'origine, en sont invariablement exclus jusqu'à la dernière trace.

Dès l'instant que tous les phtanites analysés renferment des organismes reconnaissables, et parfois en grand nombre, il faut de toute nécessité admettre que la silicification s'est faite alors que ces organismes existaient encore, soit avant tout ou partie de la dolomitisation.

Pour ce qui concerne le gisement en vue, il est évident que *selon les points considérés, les phtanites se sont développés, soit avant l'invasion de la dolomie, soit au début de la dolomitisation, soit en un temps où le phénomène était déjà très amorcé, et toujours en milieu calcaire.* La présence du calcaire est, en effet, dans tous les cas une condition absolument nécessaire pour qu'il y ait silicification.

J'ai retrouvé les trois manières d'être précédentes dans les phtanites des dolomies dinantiennes de Belgique, sauf à dire que, faute d'échantillons suffisants, je n'ai pu m'assurer de leur coexistence dans un seul et même gisement. Les variantes observées sont dénuées d'intérêt général.

On ne perdra jamais de vue en étudiant les phtanites des dolomies qu'en raisonnant sur un seul et unique spécimen pour un gisement donné, on court le risque de conclure à faux, du fait que la dolomitisation a pu

débuter à des moments différents en des points très voisins. C'est ce que démontre la dolomie des environs d'Avesnes-sur-Helpe.

Il est maintenant permis d'affirmer *a priori* que toute dolomie carbonifère, riche en phtanites, résulte d'une dolomitisation postérieure à la silicification. L'inverse n'est pas nécessairement vrai, car une dolomie peut être dépourvue de phtanites, pour deux raisons, soit qu'elle dérive d'un calcaire originellement privé de spicules siliceux et dolomitisé à n'importe quel moment, soit qu'elle résulte d'un calcaire à spicules d'Eponges, dolomitisé avant la concentration de la silice en phtanites, et, partant, désilicifié au cours de la dolomitisation. C'est croyons-nous dans ces considérations qu'il faut chercher l'explication d'un fait, évident en toute hypothèse, à savoir que les calcaires dinantiens du Nord de la France et de la Belgique sont incomparablement plus riches en phtanites que les dolomies qui les accompagnent.

GÉOLOGIE. — *Le Djebel Ayachi* (*Maroc*). Note (1) de M. **J. Savornin**, transmise par M. Ch. Depéret.

La structure de l'Ari n'ai't Ayach a déjà fait l'objet d'appréciations divergentes. Deux explorateurs, non géologues (Segonzac et Humbert), ont seuls pu atteindre le sommet de cette montagne, en l'abordant par le flanc Nord. On ignore à peu près totalement ce qui est au delà de la haute crête visible de Midelt (et d'ailleurs accessible au prix d'une excursion qui serait sans difficulté, moyennant quelques précautions dans le choix du moment). Par temps clair, le revers méridional se voit admirablement de Gourrama ; mais c'est à 75^{km}.

J'ai pu, en octobre 1924, observer de près tout le revers nord, jusqu'au pied de la crête principale.

Il est certain, comme l'ont écrit Humbert (2) et J. Barthoux (3), que la présence de granite au sommet de l'Ayachi est controuvée. La teinte rose,

---

(1) Séance du 23 février 1925.

(2) *Végétation du Grand Atlas marocain*, *Exploration botanique de l'Ari Ayachi* (*Bulletin Soc. Hist. nat. Afr. du N.*, 15, 1922, p. 147).

(3) *Moyenne, Haute Moulouya et Grand Atlas* (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 24, 1924, p. 233).

dont se colore la neige à certaines heures, ne provient pas d'une fine poussière granitique, selon l'interprétation de A. Beaugé ([1]). Sans aller jusqu'au sommet, on peut se renseigner indirectement sur les roches qui y affleurent : il suffit d'examiner les galets du Tagat n' Flilo et de l'oued Ikis.

J'ai déjà exposé, ici-même ([2]), que le Grand Atlas, dans sa moitié méridionale — improprement appelée quelquefois : Hauts-plateaux — est formé de replis des étages liasiques et inféro-colithiques laissant place, entre leurs anticlinaux saillants, à un échiquier de plaines où se voient quelques synclinaux en relief. La moitié septentrionale est beaucoup plus compacte. L'Ayachi est la plus imposante crête, parmi un moutonnement de hauts reliefs. Son point culminant, à 28^{km} sud-ouest de Midelt, est côté 3876 sur la carte topographique. Les sommets s'abaissent graduellement vers l'Est : 3449 à 2879 (pour la même crête), puis 3033 à 2840 (sur une autre, formant coulisse en retrait au Sud-Est). On trouve ensuite : 2950 au Bou-Graou, 2766 au Bou-Agra, 2200 (environ) à l'ancien camp de Telr'emt, 2180 à l'Akrabou, 2401 à l'Ouaoumatert, et 2383 au Taghzout. A partir du Kreneg Bertat, la chaîne perd rapidement son relief : 2086 au Tleghmine, dont le prolongement s'ennoie sous le bord du bassin crétacé que j'ai délimité précédemment.

Il n'est ici question que des reliefs directement apparentés à l'Ayachi et servant, comme lui, au partage des eaux du Ziz et de la Moulouya. (Les deux derniers sont incorporés au versant moulouyen, à la faveur de l'extraordinaire canyon de l'oued Bertat; mais ils sont en intime continuité avec l'Ouaoumatert.)

Il peut être intéressant de chercher une explication tectonique au grand relief relatif de l'Ayachi. Beaugé (*loc. cit.*) et Barthoux (*loc. cit.*) s'y sont essayés. La brusque et grande dénivellation qui se manifeste, à Midelt, entre l'Ayachi et la vallée de la Moulouya, les a plus spécialement frappés. Barthoux évalue à 1500^{m} cette dénivellation, rapportée aux couches du Lias. On peut, sans exagération, porter ce chiffre à 2000; mais il n'est pas possible d'attribuer cette particularité à une « fracture frontale » de l'Atlas. Des dénivellations du même ordre se présentent au cœur du massif. La base du Lias, qui se trouve à 2500^{m} au Djebel Mesrouh, est bien près du

---

([1]) *Une hypothèse sur la jonction du Moyen Atlas et du Haut Atlas marocain* (*Bull. Soc. géol., Fr.*, 20, 1920, p. 274).

([2]) *Géologie du Haut Guir et de la Moyenne Moulouya* (*Comptes rendus*, 179, 1924, p. 281).

niveau de la mer sous la plaine de Gourrama. On pourrait multiplier de tels exemples.

Il ne se passe donc rien de spécial, tectoniquement, au flanc nord de l'Ayachi. C'est un cas, entre vingt autres semblables. La zone subtabulaire qui le précède au Nord est à peine plus large, en définitive, que celle de Fertoumache, à l'est de Gourrama. La présence d'un noyau granitique dans le substratum, au nord de Midelt, suffit à expliquer ce qui est à peine une particularité locale.

Un premier ridement montre le Lias anticlinal, entre deux synclinaux de marnes bajociennes, au Tizi Tazegraout. Le bord méridional du synclinal sud se relève en murailles, bientôt subverticales, au flanc de l'Ayachi. Vers l'altitude 3000^{m}, un « genou » modifie brusquement l'allure de ces couches liasiques. C'est dans cette charnière, ouverte au voisinage du point culminant, que Segonzac a trouvé une roche syénitique et Humbert une roche gneissique.

Notons que, si le granite est absent de l'Ayachi, la syénite n'est pas rare. Barthoux a déjà remarqué sa présence parmi les galets du Tagat n' Flilo. De semblables galets abondent dans les plaines de Taledzart et Zebzat; or, les torrents qui les y ont amenés descendent des coulisses sud-orientales et non de l'Ayachi.

La structure géniculée n'est d'ailleurs pas spéciale à la plus haute montagne et à ses voisines directes. L'Ouaoumatert et le Tleghmine, plusieurs autres encore, dans les parties centrales et méridionales de l'Atlas, en offrent des exemples non moins caractérisés.

On ne peut donc attribuer une valeur absolue à un fait banal, qui n'a frappé les observateurs, à propos de l'Ayachi (importance de la dénivellation) que grâce au prestige des crêtes neigeuses.

Un fait digne de remarque, c'est que la transgression crétacée ennoie tous les plis, géniculés ou non, qui se dessinent sur la carte géologique avec la plus instructive netteté.

Un premier mouvement, épirogénique sans doute, au début de l'Oolithique supérieur, a interrompu la sédimentation jusqu'alors continue, non seulement sur le prétendu « horst » de la Haute Moulouya, mais encore sur tout le Grand Atlas plissé, jusqu'à plus de 200^{km} à l'Est. Un premier plissement, antécénomanien, a amorcé la structure. Le plissement nummulitique l'a parachevée.

OCÉANOGRAPHIE. — *Volcans sous-marins abyssaux.* Note de M. J. THOULET.

Pendant la campagne de circumnavigation du *Challenger* Buchanan a effectué un grand nombre de sondages densimétriques pour chacun desquels il a mesuré, en des points distribués en série verticale depuis la surface jusqu'au fond, la densité *in situ* de l'eau, qui donne la température et permet de calculer la densité normale à 0°, c'est-à-dire la salure. Si d'après ces données on trace les diagrammes de ces sondages, sur chacune des courbes des trois variables rapportées aux mêmes profondeurs, on reconnaît, parmi beaucoup d'autres particularités, que pour certains d'entre eux les courbes des densités *in situ* et des densités normales à 0°, qui se confondent presque aux basses températures des abîmes, au lieu de se continuer régulièrement jusqu'au fond, subissent un relèvement au voisinage de celui-ci. En ces localités les eaux abyssales sont devenues plus denses, c'est-à-dire plus chargées de sels en dissolution.

Par suite du calme des profondeurs, le fait ne peut être attribuable qu'au séjour des eaux sursalées dans des cuvettes ou bassins sans communications latérales avec le liquide environnant et leur excès de salure proviendrait, surtout dans les portions centrales des océans, d'émanations volcaniques de vapeurs et de gaz liquéfiés par la pression et mélangés à l'eau.

L'augmentation de densité sur le fond n'est pas générale; les localités où on la constate sont particulièrement groupées dans les régions connues comme volcaniques dans l'Atlantique nord où la proportion des densités dépassant 1,0280 est de 84 pour 100, puis, par ordre de fréquence décroissante, le Pacifique sud avec 37 pour 100, l'Atlantique sud avec 24 pour 100, l'océan Indien avec 13 pour 100 et le Pacifique nord avec 2 pour 100. Cette statistique s'applique au trajet suivi par le *Challenger*.

Dans l'Atlantique j'ai spécialement étudié, au point de vue topographique et microlithologique, l'immense cratère de la fosse de l Hirondelle, aux Açores et, au point de vue des densités, dans le Pacifique, les parages au nord de l'archipel Hawaï et de son volcan subaérien Kilanea ainsi que ceux, moins actifs, voisins de Taïti.

Le voisinage d'évents volcaniques abyssaux serait donc signalé par les caractères suivants :

Modelé topographique spécial de la région;

Présence plus ou moins abondante sur le fond de sable volcanique et souvent répartition assez régulière des scories, magma basaltique, silicates ferrugineux, obsidienne, ponces et plaquettes intercalaires volcaniques des boudins;

Augmentation de la densité sur le fond et immédiatement par-dessus celui-ci; importance de cette augmentation et hauteur qu'elle affecte.

S'il en est ainsi et sans parler d'autres caractères secondaires tels que l'accroissement, observé près du fond, de la quantité d'acide carbonique dissous, il y a tout lieu d'espérer pouvoir, par des sondages densimétriques méthodiquement disposés et l'analyse microlithologique des sables rapportés, fixer le gisement d'un volcan abyssal et peut-être même évaluer son degré d'activité.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les causes de destruction rapide des cyclones.* Note [1] de M. **Gabriel Guilbert.**

Nous avons déjà eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur la destruction rapide, dans les 12 ou 24 heures, de cyclones plus ou moins importants.

Nous avons montré qu'il suffisait de l'existence d'un vent relativement fort, plus ou moins violent, en un seul point, situé près du centre tourbillonnaire, pour déterminer la destruction du cyclone par la production d'une hausse barométrique, proportionnelle le plus souvent à la vitesse du vent observé ; cette hausse devant acquérir son amplitude maximum au point même où se sera produit l'excès du vent.

Enfin nous avons ajouté que cette cause de destruction des cyclones était certaine ; que ce phénomène inscrit dans notre méthode de prévision du temps sous la désignation de règle n° V, ne connaissait pas d'exceptions.

Un point toutefois restait à résoudre : La destruction du tourbillon était-elle liée à des vents de direction déterminée? Des courants de Sud avaient-ils la même action, ou une action supérieure à des courants de Nord?

Il semblerait bien que, dans un cyclone se dirigeant de l'W à l'E, un vent de S, vent d'arrêt, devrait avoir plus d'action qu'un vent de N, vent de chasse, poussant la dépression dans sa direction initiale, W à E.

Une courte étude, dont cette Note est le résumé, nous a démontré que l'action des vents est égale, quelle que soit la direction.

---

[1] Séance du 9 mars 1925.

A l'appui de cette affirmation, nous citerons un cas des plus probants. Le 17 février 1925, un centre cyclonique se trouvait E. Ecosse, à Aberdeen, avec baisse de $-6^{mm},5$ en 24 heures.

Or un vent de NW, de force 4, soit 8^{m} à la seconde, s'observait précisément à Aberdeen.

Nous basant sur notre règle V, nous pûmes écrire, dans notre prévision officielle de l'Office National Météorologique, en date du 17 février, 11^{h}: *La dépression d'Ecosse sera détruite : $+7$ à 8^{mm} Aberdeen*, variation qui devait se vérifier sur la carte du lendemain 18 février 7^{h}.

Il s'agit donc ici d'une prévision à 24 heures.

Or la vérification sur la carte du 18 février montre une hausse exactement de $+8^{mm}$, au point précis désigné la veille : Aberdeen [1].

Le cas du 17 février 1925, présente une particularité appréciable. La méthode des tendances ne pouvait ce jour prévoir aucune hausse barométrique. Aberdeen, à 7^{h} notait $-1^{mm},5$ et à 13^{h}, $-0^{mm},4$ de tendance. Selon le principe de continuité, inapplicable selon nous en météorologie, la baisse barométrique devait continuer. Or le résultat est $+8^{mm}$.

On peut se demander si notre prévision de hausse eut pu être contredite par l'observation des courants supérieurs. Nous répondrons que ni les sondages, ni les ballons-sonde, révélant des courants rapides de 100^{km} à l'heure ou plus, ou lents de 20^{km} et moins encore, ne peuvent donner la moindre indication sur les futures variations barométriques en surface. Les gradients thermiques, ou les phénomènes désignés sous le nom de fronts chauds ou de fronts froids, sont de même absolument inopérants

---

(1) De semblables prévisions, basées sur nos différentes règles bien connues — et appliquées dans le monde entier, ancien et nouveau monde — sont assez fréquentes. Nous citerons :

Le 18 février 1925 :	Prévision, $+6^{mm}$ à Shields;	résultat, $+7^{mm}$ à Shields.
Le 26 février 1925 :	Prévision, $+20^{mm}$ à Valencia;	résultat, $+20^{mm},3$ à Valencia.
Le 27 février 1925 :	Prévision, $+10$ à 12^{mm} à Shields;	résultat, $+10^{mm},8$ à Shields.
Le 3 mars 1925 :	Prévision, $+8^{mm}$ à Montpellier;	résultat, $+8^{mm}$ à Montpellier.
Le 5 mars 1925 :	Prévision, -25^{mm} à Stockholm;	résultat, $-24^{mm},1$ à Stockholm.

Dans toutes ces prévisions chiffrées, nous ne visons qu'une approximation. Même à 50 pour 100 nous estimons la prévision exacte, mais l'exactitude absolue peut être obtenue par des appréciations correctes et l'entière compréhension des règles. Nous ajouterons que cette exactitude serait bien mieux atteinte par le calcul. Les éléments de ce calcul existent, mais non les formules, que seul le mathématicien, et non le météorologiste, peut découvrir.

quant aux prévisions de pression; donc sondages ou observations de température sont inutilisables en prévision du temps. Si nous sommes aussi affirmatif, c'est que nous avons étudié, quotidiennement, pendant plus de 40 ans, les observations de montagne, du Puy de Dôme, du Pic du Midi, du mont Aigoual, du mont Ventoux, publiées par le *Bulletin du Bureau Central météorologique*, sous la direction de MM. Mascart et Angot. (1). Or ces observations nous ont prouvé qu'aucun courant supérieur, ou qu'aucun gradient thermique, n'ont d'action sur les variations superficielles de la pression.

Le vent de surface seul agit, soit pour la surélever, s'il est en excès, soit pour la creuser, s'il est trop faible. Nous sommes prêt à le démontrer une fois de plus dans un second concours international de prévision du temps.

BOTANIQUE. — *L'anthère des Gentianacées. Développement du sac pollinique.* Note de M. **Paul Guérin**, présentée par M. L. Guignard.

Nous avons montré (2) que le développement du sac pollinique s'effectue, chez les Gentianes, d'une façon différente de celle que présentent d'ordinaire les Angiospermes, en ce sens qu'il n'y a pas d'assise nourricière différenciée et que les cellules mères définitives du pollen se trouvent plus ou moins éparses à l'intérieur d'un tissu stérile constituant, en réalité, un tissu de nutrition.

Les recherches que nous avons poursuivies chez les espèces appartenant aux divers autres genres de la flore de France, *Swertia*, *Chlora*, *Erythræa*, *Cicendia*, *Menyanthes et Limnanthemum*, nous ont amené à constater que le développement du sac pollinique peut s'accomplir chez les Gentianacées de trois façons distinctes dont nous allons examiner les modalités.

Mentionnons tout d'abord que les Gentianes ne sont pas les seuls représentants de la famille à posséder les caractères que nous avons rappelés précédemment, le *Swertia perennis* L. offrant les mêmes particularités.

La figure 1 montre trois groupes de cellules mères primordiales nettement distinctes

(1) Cette étude ne peut plus se poursuivre au jour le jour, l'Office National météorologique ayant supprimé les observations de montagne dans son bulletin quotidien. Elles ne paraissent, dans le Bulletin d'études de l'Office, que deux ou trois jours après l'observation.

(2) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1620.

des cellules ordinaires avoisinantes, à la fois par leurs dimensions et par la grosseur plus considérable de leur noyau

A un stade plus avancé (*fig.* 2), les cellules mères polliniques, qui ont donné naissance chacune à quatre grains de pollen, se trouvent dispersées au milieu de cellules

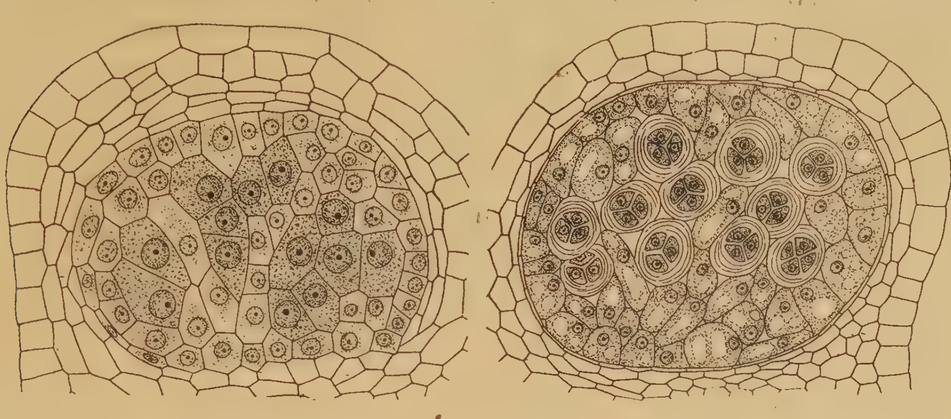


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — *Coupe transversale d'un jeune sac pollinique de* Swertia perennis. On y voit trois groupes de cellules mères primordiales entourées de cellules stériles à noyau beaucoup plus petit. Gr. : 400.

Fig. 2. — *Coupe transversale d'un sac pollinique de* Swertia perennis *à un stade plus avancé que le précédent.* Les cellules mères définitives du pollen, qui ont donné naissance chacune à quatre grains de pollen, se trouvent dispersées au milieu de cellules très vacuolaires dont l'ensemble constitue un tissu de nutrition. G. : 250.

très vacuolaires, absolument comparables à celles du *Gentiana germanica* Willd. et qui sont destinées, sans nul doute, à la nutrition ultérieure des grains de pollen, ainsi qu'en témoigne d'ailleurs, dans la suite, leur complète disparition.

La dispersion des cellules mères du pollen observée chez les *Gentiana* et *Swertia* ne se retrouve plus dans les autres Gentianacées. Chez les *Chlora perfoliata* L., *Erythræa Centaurium* Pers. et *Cicendia filiformis* Delarb., les cellules mères polliniques sont disposées en un arc à une ou deux rangées de cellules et une assise nourricière s'y montre, de bonne heure, très nettement différenciée. Toutefois, les cellules de cette assise demeurent uninucléées dans les deux premières espèces, tandis que chez le *Cicendia filiformis* Delarb. elles sont toujours pourvues de deux noyaux au moins, quelquefois de trois et même de quatre qui, dans la suite, se fusionnent plus ou moins.

Les *Menyanthes trifoliata* L. et *Limnanthemum nymphoides* Link. offrent un troisième mode de disposition des cellules mères du pollen. Durant toute la phase synapsis, on peut les voir, sur une section transversale de l'anthère, constituer un véritable massif, arrondi ou ovale, de quinze à vingt éléments, entouré d'une assise nourricière dont les cellules, chez le *Menyanthes trifoliata* L., peuvent renfermer jusqu'à trois et quatre noyaux qui, par fusion plus ou moins complète, donnent naissance à des synkarions affectant les formes les plus variées.

En résumé, chez les *Gentiana* et *Swertia*, il n'y a pas d'assise nourricière à proprement parler, les cellules mères du pollen se trouvant plus ou moins dispersées dans un abondant tissu stérile qui joue, en réalité, un rôle de nutrition; chez les *Chlora*, *Erythrœa*, *Cicendia*, *Menyanthes* et *Limnanthemum*, au contraire, le développement du sac pollinique s'accomplit de la façon habituelle, avec formation d'une assise nourricière bien différenciée. Parmi ces derniers genres, les trois premiers, toutefois, se distinguent par la disposition en arc de leurs cellules mères du pollen des deux autres où ces cellules sont groupées en massif. C'est dire que, chez nos Gentianacées, les cellules définitives du pollen affectent, à l'intérieur du sac pollinique, trois manières d'être différentes en rapport avec les caractères morphologiques de ces plantes. On sait, en effet, que nos Gentianacées aquatiques (*Menyanthes*, *Limnanthemum*) forment, sous le nom de Ményanthoïdées, une sous-famille distincte, à bien des égards, de celle des Gentianoïdées proprement dites et que, chez ces dernières, tous les auteurs s'accordent à grouper, d'une part, dans la série des Gentianinées, les *Gentiana* et *Swertia*, d'autre part, dans celle des Erythrœinées, les *Chlora*, *Erythrœa* et *Cicendia*.

BOTANIQUE. — *Extension du caractère acquis et faits d'hérédité dans le* Lepidium sativum *arrosé à l'eau salée.* Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Guignard.

Parmi les caractères qui apparaissent dans les plantes que je cultive, depuis 1911, en sols salés ou arrosés avec des solutions de chlorure de sodium, il en est deux qui se manifestent inégalement, mais qui, tous deux, se rattachent sûrement à l'action de la salure : les fruits anormaux et les graines dodues.

Les fruits anormaux à 3 ou 4 ailes, sont peu nombreux jusqu'ici et il faut une recherche attentive pour les trouver et les compter. Malgré cela, j'ai pu le faire depuis quelques années et arriver aux conclusions suivantes :

1° Ces fruits anormaux sont plus nombreux en sol arrosé à l'eau salée qu'en sol arrosé à l'eau de source, où l'on n'en trouve pas le plus souvent.

2° Ces fruits sont encore plus nombreux en sol salé sur les plantes venant des graines formées dans les fruits anormaux que sur les plantes venant des graines de fruits normaux. Il y aurait là une amorce pour l'hérédité.

Les graines dodues sont très nombreuses, au contraire, elles prédominent

dans les lots où on les observe et, depuis plusieurs années, la seule inspection à l'œil suffit pour reconnaître leur origine. Voici des faits qui méritent d'être signalés ou rappelés :

1° Les graines des plantes salées sont plus courtes, plus dodues, que celles des plantes témoins.

2° Ce caractère se garde dans les plantes de première, de deuxième et même de troisième génération non salée, après la culture salée.

3° Cette forme s'exagère dans les graines des fruits anormaux de 1924 et tend vers la forme presque sphérique.

Ces deux caractères, fruits anormaux et graines dodues, ont donc des rapports certains avec l'action de la salure sur le Cresson alénois, et ils prennent plus d'ampleur avec le temps.

La concordance de leur exagération, dans la suite de générations salées se succédant depuis 14 ans, indique un entraînement progressif, bien que lent et peu marqué chaque année. Elle permet d'espérer que ces caractères s'établiront de plus en plus nets et que d'autres modifications, peu apparentes jusqu'à présent, pourront s'amplifier et se révéler plus nettement dans les années suivantes.

Déjà il est bien intéressant de constater jusqu'à la troisième génération non salée, l'hérédité du caractère graine dodue acquis par le *Lepidium sativum* salé.

BOTANIQUE. — *Évolution et verdissement des plastes dans les cellules cotylédonaires de diverses légumineuses pendant la germination.* Note de **M. A. Maige**, présentée par M. Marin Molliard.

L'évolution et le verdissement des plastes dans les cotylédons du Pois et du Haricot ont été étudiés récemment par Li Koue Tchang [1]. D'après cet auteur, il y aurait une différence fondamentale entre ces deux espèces au sujet de l'origine des chloroplastes du cotylédon verdissant. Dans le Pois, ces corpuscules proviendraient de l'évolution des anciens plastes amylifères, formés pendant le développement de la graine, qui conserveraient une mince écorce mitochondriale. Cette écorce s'accroîtrait au cours de la germination, pendant la digestion du grain d'amidon, en élaborant de la chlorophylle et

(1) Li Koue Tchang, *Sur quelques particularités de l'évolution des plastes* (*Bulletin de la Société Botanique de France*, 71, 1924, p. 656).

régénérerait finalement un plaste vert. Dans le Haricot au contraire, les anciens grains d'amidon seraient lentement digérés pendant la germination sans laisser de traces, et ce seraient de nouveaux plastes issus d'unités auparavant inactives, qui élaboreraient de l'amidon et évolueraient ensuite en chloroplastes. J'ai repris l'étude de cette question en joignant la Fève aux deux espèces précitées et en opérant sur des cotylédons appartenant à des graines sèches et germant soit isolément soit attachés à la plantule. Dans ce but l'un des cotylédons était séparé au moment de la mise en germination et l'évolution de ses plastes était comparée à celle de l'autre cotylédon qui restait en germant solidaire de l'embryon. La température était de 16-20°.

Cotylédons isolés. — On voit apparaître dans les cellules du Pois et de la Fève, à côté des grains d'amidon en dissolution, les uns très volumineux formés pendant le développement de la graine, les autres de même génération mais plus petits et arrondis, apparus vers la fin de la période de synthèse, des plastes amylogènes nouveaux à condensation lente dont le nombre, le volume et l'état de la condensation vont en progressant peu à peu. Ces plastes, qui dérivent d'unités antérieurement inactives, sont au début tous ou presque tous uniloculaires, mais plus tard, le nombre des plastes pluriloculaires devient abondant par suite de l'apparition de nouveaux éléments de cette nature ou du bourgeonnement d'une ou de plusieurs loges en calotte sur des plastes d'abord uniloculaires. Ces divers plastes verdissent ensuite en digérant peu à peu leur amidon. Chez les deux espèces ce phénomène du verdissement est peu accusé, développé, surtout ou exclusivement, dans les cellules voisines de l'épiderme et des faisceaux; il provient non seulement de l'évolution des plastes amylifères précités en chloroplastes, mais aussi de celle signalée par Li Koue Tchang d'un certain nombre des gros plastes primitifs. Il y a lieu de signaler que ces derniers ne bourgeonnent pas latéralement de nouvelles loges de sorte que les grains composés verdissants de ce type que figure cet auteur correspondent en réalité aux plastes de nouvelle formation dont il vient d'être question.

L'étude de la germination des graines sèches de Haricot permet de constater les mêmes phénomènes, mais ici le verdissement est beaucoup plus accentué que dans les espèces précédentes. Il affecte toutes les cellules, mais surtout les assises voisines de l'épiderme et des faisceaux; de plus, les plastes amylifères pluriloculaires peuvent être dès l'origine très nombreux et les plastes amylifères primitifs, comme l'a constaté Li Koue Tchang, ne verdissent jamais. Il n'y a cependant pas là de différence fondamentale avec le Pois et la Fève, car on peut provoquer, comme je l'ai déjà signalé, le

verdissement des anciens plastes en faisant germer des graines fraîches extraites de fruits verts.

Cotylédons non isolés. — Si maintenant on observe les mêmes phénomènes dans le cotylédon germant avec la plantule on constate, outre une dissolution plus rapide des grains de réserve primitifs, les différences suivantes :

Les nouveaux plastes amylifères apparaissent plus tardivement; leur abondance, leur croissance et leur condensation progressent moins vite; leur nombre, leur taille restent plus faibles. Ces plastes digèrent leur amidon plus rapidement, de sorte que, dans les cellules voisines de l'épiderme et des faisceaux, leur évolution en chloroplastes sans amidon est terminée plus tôt. Tous ces phénomènes sont évidemment déterminés par la teneur en sucre moindre des cellules. Il arrive même fréquemment chez le Pois et la Fève, que cette teneur reste, dans de nombreuses cellules verdissantes, inférieure au seuil de condensation, de sorte que les plastes de ces cellules évoluent directement en chloroplastes sans passer par un stade amylifère préalable. Le fait est particulièrement net dans les cellules entourant le faisceau chez la Fève, mais je l'ai observé également dans les cellules voisines de l'épiderme du Pois et de la Fève et dans les cotylédons du Haricot lorsqu'on utilise pour la germination des graines fraîches.

En résumé, il ressort principalement de ces observations, que chez les trois espèces étudiées, le verdissement des cotylédons résulte essentiellement de l'évolution en chloroplastes d'unités plastidales antérieurement inactives. Cette évolution s'effectue soit directement soit en passant par un stade amylifère suivant que le taux du sucre de la cellule est inférieur ou supérieur au seuil de condensation. Chez le Pois et la Fève, il s'adjoint en outre aux plastes précités d'anciens plastes amylifères dont l'écorce mitochondriale s'accroît et verdit pendant l'hydrolyse du grain d'amidon qu'elle recouvre.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un complexe glucosidique instable de l'écorce de tige de Nerprun purgatif* (Rhamnus cathartica *L.*). Note de MM. **M. Bridel** et **C. Charaux**, présentée par M. Guignard.

L'écorce du Nerprun purgatif a fait l'objet d'un certain nombre de travaux dont les uns portent sur la recherche des principes immédiats (Binswanger, 1849; Buchner, 1853; Tchirch et Bromberger, 1911) et les autres sur la

recherche de matières colorantes semblables au vert de Chine ou Lo-kao (Michel, 1857; Charvin, 1859; Rommier, 1860). Il ressort de tous ces travaux qu'on ne sait encore rien de précis sur la composition chimique de cette écorce.

Nous avons réussi à en extraire un complexe glucosidique instable que l'eau, à froid, dissocie en un glucoside insoluble, cristallisé, et en un mélange de glucosides solubles dans l'eau. Nous donnons ci-dessous la préparation de ce complexe glucosidique instable, ainsi que quelques-unes de ses propriétés et l'étude de sa décomposition par l'eau. Les glucosides formés par décomposition du complexe feront l'objet d'études séparées.

Nous avons opéré sur l'écorce sèche du *Rhamnus cathartica* L. En mai-juin, au moment où la circulation de la sève est très active, l'écorce est détachée des tiges par des incisions longitudinales et transversales, en évitant soigneusement de la meurtrir, car elle renferme un ferment qui agirait sur ses glucosides. On sépare ensuite l'épiderme qui s'enlève facilement en larges plaques, et l'on fait sécher rapidement au soleil. L'écorce sèche est alors pulvérisée finement.

On l'épuise par l'alcool à 95°, dans un appareil à épuisement continu, genre Soxhlet, dans lequel elle s'échauffe. Il se forme peu à peu, au sein de la solution alcoolique, un dépôt jaune grisâtre, d'apparence cristalline, qu'on sépare par filtration à chaud et qu'on lave à l'alcool bouillant.

Ce dépôt cristallin constitue le complexe glucosidique du Nerprun, tel qu'il doit exister dans l'écorce même et qu'on doit considérer comme la combinaison moléculaire des glucosides de cette écorce.

Cette combinaison est assez stable dans l'alcool bouillant pour qu'on puisse la séparer, mais elle possède la propriété de se dissocier par simple action de l'eau froide.

Séchée à l'air, elle a une teinte jaune verdâtre; son odeur est nulle, sa saveur résineuse, puis amère et désagréable. Elle renferme 7,19 pour 100 d'eau qu'elle perd facilement dans le vide, à + 60°, et dont elle récupère la majeure partie par exposition à l'air. Elle est réductrice : 1^g de produit anhydre réduit comme $0^g,189$ de glucose, suivant la méthode de M. G. Bertrand.

La liqueur cupro-alcaline prend à son contact une belle coloration violette. Les alcalis, l'eau de baryte, l'eau de chaux, l'ammoniaque, la solution de carbonate de sodium colorent sa solution en rouge foncé intense. Avec l'eau de chaux et l'eau de baryte, il se fait un précipité rougeâtre. L'extrait de Saturne la précipite entièrement de sa solution aqueuse.

Le complexe du Nerprun est complètement soluble dans l'eau froide en

donnant une solution brune, lévogyre. Son pouvoir rotatoire est voisin de $[\alpha]_D = -41^\circ,5$ ($p = 0,0646$; $v = 10$; $l = 0,5$; $\alpha = -4'$). Sa solution aqueuse se trouble peu à peu et laisse déposer un produit cristallisé en aiguilles incolores. La formation de ce précipité amène une coloration plus forte de la solution qui reste lévogyre, sans changement appréciable à la dilution où l'on doit faire les observations polarimétriques.

1^g de complexe séché à l'air fournit $0^g,1362$ du produit cristallisé qui est un glucoside formé par l'union du primevérose avec un composé oxyméthylanthraquinonique. Nous proposons d'appeler ce glucoside, *rhamnicoside*.

La partie soluble, représentant 79,18 pour 100 du complexe, est constituée par plusieurs glucosides donnant également par dédoublement des composés oxyméthylanthraquinoniques. Cette partie soluble possède un pouvoir réducteur sensiblement égal à celui du complexe : 1^g réduit comme $0^g,187$ de glucose.

Sous l'action de l'acide sulfurique à 3^g pour 100^{cm^3}, à $+110^\circ$, il s'est fait un précipité amorphe et la liqueur, peu colorée, renfermait, pour 100^{cm^3}, $0^g,4743$ de sucre réducteur, exprimé en glucose, pour une rotation de $+18'$ ($l = 2$).

La solution sucrée donnait la réaction des pentoses par l'orcine chlorhydrique. Les sucres réducteurs ($[\alpha]_D = +31^\circ,62$) représentent 60,03 pour 100 de la partie soluble.

Ces glucosides solubles sont facilement hydrolysables par le ferment des graines de *Rhamnus*. Sous l'action de ce ferment, il se fait rapidement un volumineux précipité amorphe grisâtre, présentant des points rouge brique. Ce précipité représente 54,77 pour 100 des glucosides. Il cède à l'éther une faible quantité d'un produit rouge brique : $0^g,03$ pour $0^g,4327$. La solution éthérée donne avec intensité la réaction de Bornträger, caractéristique des oxyméthylanthraquinones. Après évaporation de l'éther, le résidu se dissout facilement dans le benzène bouillant qui l'abandonne, par refroidissement, en prismes rouge brique fondant à $+255^\circ$ au bloc Maquenne. Ce point de fusion est celui de l'émodine.

La portion du précipité insoluble dans l'éther, qui l'a débarrassée de l'émodine, se dissout à l'ébullition dans l'éther acétique anhydre d'où elle cristallise en prismes incolores. Le produit recueilli ($0^g,10$) est grisâtre et fond à $+234^\circ$. Il donne également la réaction de Bornträger.

Le liquide provenant de l'hydrolyse fermentaire ci-dessus renfermait, pour 100^{cm^3}, $0^g,5796$ de sucre réducteur, calculé en glucose, et $0^g,8944$, en primevérose, soit une proportion de 56,60 pour 100 des glucosides.

Le primevérose a été extrait de cette solution à l'état pur et cristallisé et caractérisé par son pouvoir rotatoire stable ($[\alpha]_D = -3°,61$), son pouvoir réducteur (0,644) et son indice de réduction par les acides (495).

En résumé, l'écorce du *Rhamnus cathartica* L. renferme un complexe glucosidique instable que nous avons réussi à extraire. Ce complexe est dissociable par l'eau, à froid, en plusieurs glucosides dont l'hydrolyse fermentaire a donné du primevérose et des composés oxyméthylanthraquinoniques. Un de ces glucosides, que nous appelons *rhamnicoside*, a été obtenu à l'état cristallisé; il est insoluble dans l'eau et se précipite de la solution aqueuse par dissociation du complexe.

La partie soluble dans l'eau est constituée, au moins, par deux glucosides dont l'un, qui existe en très faible quantité dans le complexe, est un glucoside de l'émodine et dont l'autre, qui forme la majeure partie des glucosides solubles dans l'eau, fournit à l'hydrolyse un composé oxyméthylanthraquinonique différent de l'émodine.

Binswanger et Buchner ayant retiré de l'écorce du *Rhamnus cathartica* L. un rhamnoside de l'émodine, nommé rhamnoxanthine ou franguline, il est possible que l'émodine existe dans le complexe à l'état de rhamnoside.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'hexaméthylènetétraminé est bien un aliment pour les végétaux. Nouvelles recherches sur le haricot et la moutarde blanche.* Note de MM. **E.** et **G. Nicolas**, présentée par M. Molliard.

Nous avons indiqué antérieurement [1] l'influence favorable exercée par l'hexaméthylènetétramine, ajoutée à faibles doses à une solution minérale, sur *le poids frais et le développement tant en surface qu'en nombre des feuilles* de deux variétés de haricot (souvenir de Dreuil et Suisse blanc ou Lingot).

Comme complément à ces recherches, nous voudrions exposer ici les résultats que nous ont fournis, notamment en ce qui concerne la production de la substance sèche, des cultures, faites dans les mêmes conditions que les antérieures, du haricot variété nain de l'Ermitage et du *Sinapis alba* L.

Les chiffres du tableau suivant indiquent les dimensions des organes en centimètres ou leur poids en grammes.

---

[1] E. et G. Nicolas, *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 837-838; 176, 1923, p. 404-406; et 177, 1923, p. 1062-1064.

	Témoin.	T + 0,1 hexa.	T + 0,2 hexa.	T + 0,3 hexa.
1924 (15 mars-1er mai)		*Moutarde blanche.*		
13 avril.	Racine principale courte = 4; encore les feuilles cotylédonaires vertes; trois feuilles toutes petites.	Racine principale = 9; encore les feuilles cotylédonaires vertes; deux premières feuilles = 0,5 × 0,7; deux autres déjà bien visibles.	Racine princip[le] = 7,2; encore les feuilles cotylédonaires vertes; deux premières feuilles = 0,6 × 1,2; une troisième égale à 0,3 × 0,5.	Racine principale = 7; encore les feuilles cotylédonaires vertes; trois premières feuilles = 0,5 × 0,5; une quatrième déjà bien visible.
1er mai (poids sec moyen de deux cultures).......	0,012	0,0135	0,0145	0,0142
1924 (16 mars-3 juin)		*Haricot.*		
Poids sec..........	0,200	0,230	»	0,258

Les chiffres précédents confirment, pour la moutarde, le fait déjà établi par nous avec le haricot, de l'influence favorable exercée par l'hexaméthylènetétramine sur le développement des feuilles en surface. Ils montrent, en outre, que cette substance, aux doses de 0g,1 à 0g,3 par litre, *favorise la production de la matière sèche* par les cellules du haricot et de la moutarde, qu'elle se comporte, vis-à-vis de ces végétaux, comme un véritable *aliment*.

Si l'on se rappelle que l'hexaméthylènetétramine est utilisée par des Bactéries, des Champignons, des Mousses (1), qu'elle fonctionne comme une source d'azote, au même titre que le sulfate d'ammoniaque, pour l'avoine, la moutarde, la betterave (2), il est permis de généraliser cette notion qu'elle peut être un aliment pour toutes les cellules végétales, qu'elle soit, comme nous le pensons (3), absorbée en nature, sans avoir subi de dédoublement préalable en ammoniaque et aldéhyde formique, ou seulement après sa dissociation par des Bactéries (4).

---

(1) TEREG, *Kann Hexamethylentetramin als Stickstoffsquelle für pflänzliche Organismen verwendet?* (*Flora*, neue Folge, 10, 1918, p. 270-274).

(2) BLANK, GEILMANN and GIESECKE, *The nitrogen action of hexamethylentetramin on plant production* (*Journ. Landw.*, 70, 1922, p. 221-251).

(3) E. et G. NICOLAS, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1064.

(4) BLANK, GEILMANN and GIESECKE, *loc. cit.*

ANATOMIE COMPARÉE. — *L'état du cerveau à la naissance chez le Chimpanzé.* Note de Mlle **F. Coupin**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

A la naissance, le cerveau de l'homme possède les caractères suivants : il pèse environ 350^g^, soit le septième à peu près du poids du corps et le quart du poids du cerveau de l'adulte, il est subsphérique et possède déjà tous ses sillons fondamentaux.

En regard de ces données classiques il serait particulièrement intéressant de savoir comment se présente aussi le cerveau des Anthropoïdes à la naissance. Nous n'avons malheureusement pas de documents sur ce sujet et ceux que j'apporte présentement sont les premiers à être publiés.

M. Passemard ayant offert le corps d'un jeune Chimpanzé (*Troglodytes niger* L.), femelle, âgé de 5 jours, à la Société d'Anthropologie de Paris, celle-ci a bien voulu me confier l'étude de son cerveau. Bien qu'âgé de 5 jours cet animal peut être considéré comme un individu à la naissance étant donné qu'il semble être né un peu avant terme.

Le cerveau de ce Chimpanzé pesait 96^g^, ce qui fait comme chez l'homme le quart environ du poids encéphalique de l'adulte. En comparant les poids encéphaliques de Chimpanzés de divers âges, on voit que dans cette espèce le cerveau croît très rapidement : dès l'âge de 3 ans (chiffres de Möller et de Max Weber par exemple) il atteint sensiblement son poids définitif, au lieu de 7 ans dans l'espèce humaine. La croissance encéphalique du Chimpanzé serait donc à peu près aussi rapide que celle de l'homme, si l'on tient compte de ce que la durée de la vie de cet anthropoïde est notablement inférieure à la durée de la vie humaine.

Le poids relatif $\frac{PC}{PE}$, PC étant le poids du corps, PE le poids de l'encéphale, est chez le Chimpanzé à la naissance de $\frac{1}{8}$ environ, c'est-à-dire encore très voisin de celui de l'homme nouveau-né. A 3 ans, âge où le poids absolu de l'encéphale a atteint son maximum, il est de $\frac{1}{18}$, au lieu de $\frac{1}{10}$ chez l'homme à l'âge correspondant, c'est-à-dire à 7 ans. De plus, au lieu de s'arrêter à $\frac{1}{45}$ comme chez l'homme il descend ici jusqu'à $\frac{1}{87}$. Il ressort de ces faits que l'encéphale du Chimpanzé, tout en s'accroissant aussi rapidement que celui de l'homme, s'accroît moins d'une façon absolue.

Au point de vue des modifications de forme qu'il subit, depuis la dernière période de la vie intrautérine jusqu'à l'âge adulte, l'encéphale du Chimpanzé diffère considérablement de l'encéphale humain : encore presque subsphé-

rique en effet chez un fœtus de 7 mois (R. Anthony), il présente déjà à la naissance nn aplatissement et un allongement notables qui deviendront encore plus marqués à mesure que la croissance se poursuivra. Il semble en être de même chez le Gorille; chez l'homme au contraire, l'encéphale, subsphérique chez le fœtus, le reste pendant toute la vie (Manouvrier).

On constate de plus, au cours des premiers âges de la vie, un déplacement de la largeur maxima de l'encéphale : chez un fœtus de Chimpanzé au début du dernier tiers de la gestation elle est environ au tiers antérieur du cerveau, elle est à une distance à peu près égale de l'avant et de l'arrière au moment de la naissance et presque au tiers postérieur à l'âge adulte, de sorte que la région dominante serait chez le fœtus la région frontale et chez l'adulte la région occipitale. Ceci est à rapprocher de ce que l'on a constaté chez les Néanderthaliens et chez l'homme de Piltdown, la largeur maximum de l'endocrâne de ces hommes fossiles est, en effet, située plus bas et plus en arrière que chez l'homme actuel.

Notons enfin que, comme chez l'homme, tous les plissements fondamentaux du néopallium existent chez le Chimpanzé à la naissance. Ceci semble être une règle chez les Primates, de même d'ailleurs que chez les Ongulés, alors que le cerveau des Carnassiers nouveau-nés est beaucoup moins évolué à cet égard.

En résumé, le cerveau du Chimpanzé nouveau-né se comporte comme un cerveau de nouveau-né humain au point de vue pondéral, les rapports $\frac{\text{PE adulte}}{\text{PE}}$ et $\frac{\text{PC}}{\text{PE}}$ sont en effet les mêmes, cependant au cours de la vie ce dernier rapport, $\frac{\text{PC}}{\text{PE}}$, descend beaucoup plus bas que chez l'homme.

La même similitude s'observe en ce qui concerne l'état de la surface encéphalique : tous les plissements fondamentaux du néopallium existent à la naissance aussi bien chez le Chimpanzé que chez l'homme.

Par contre, l'encéphale du Chimpanzé nouveau-né et celui de l'homme nouveau-né diffèrent profondément au point de vue de leur forme. Le premier tend déjà vers la forme aplatie et allongée qu'il possédera, plus accentuée chez l'adulte, alors que chez le second il a la forme subsphérique qu'il conservera pendant tout le cours de l'existence.

ZOOLOGIE. — *La ponte et le développement chez une Annélide polychète sédentaire :* Nicolea zostericola *Mgrn.* Note de M. **R. Herpin**, présentée par M. Ch. Gravier.

La *Nicolea zostericola* est un petit Térébellien vivant dans des tubes de sable agglutiné fixés aux branches des Algues ou des Hydraires. Ceux qui ont servi à mes recherches proviennent pour la plupart d'une cavité étroite et profonde de la muraille d'un fort.

Dans cette station bien isolée et où n'existe en abondance aucun autre Térébellien, j'ai pu suivre, mois par mois, pendant une année entière, le développement de cette espèce.

La ponte de cette Annélide, obtenue en aquarium, consiste en petites sphères translucides renfermant une substance semi-fluide, dans laquelle sont enfermés les œufs.

Dans la nature, ces sphères sont fixées aux Hydraires par une membrane qui, par sa forme et son mode d'attache, rappelle certaines toiles d'araignées; mais elle en diffère en ce qu'on n'y distingue aucune trace de fils. Ainsi que l'a fait remarquer Ch. Gravier [1] une ponte agglomérée, enveloppée de mucus, rend fort probable l'existence d'une copulation.

Une série d'observations prolongées me permit d'assister deux fois à ce phénomène : le mâle se place contre la femelle, tête contre tête, les tentacules s'écartent et, à plusieurs reprises, le mâle émet ses spermatozoïdes.

Cette émission se fait par deux paires d'organes cirriformes, situés aux troisième et quatrième sétigères, et qui ne sont autres que les papilles de la deuxième et de la troisième paire de néphridies.

Quelques minutes après la dernière émission de sperme, la femelle se mit à pondre par deux paires d'orifices non saillants, correspondant aux papilles du mâle. Les œufs discoïdes prenaient pour sortir une forme allongée et formèrent de chaque côté de l'animal deux files, progressant parallèlement au corps, dans la direction de la tête, jusqu'à l'endroit même où les spermatozoïdes avaient été déposés. Les tentacules les plus courts se sont alors appliqués sur eux, alors que les autres s'agitaient tout autour. Les deux files venant de gauche se sont ainsi trouvées réunies en un amas, ainsi que celles venant de droite; enfin les deux amas ont été roulés en une

---

(1) Ch. Gravier, *La ponte et l'incubation chez les Annélides polychètes* (*Ann. Sc. nat., Zoologie,* 10e série, 6, 1923, p. 231).

sphère de mucilage dont la confection dura un peu plus d'une heure. Le cocon ovifère ainsi formé fut peu à peu repoussé par les tentacules et finalement abandonné.

Il semble que ce soit la première fois qu'une fécondation ait été décrite chez une Annélide à ponte enveloppée de mucus. On remarquera que les spermatozoïdes sont évacués *avant* les œufs; mais ils le sont pour la plupart à l'état de *spermatogemmes*, circonstance qui, en s'opposant à leur dispersion immédiate, rend beaucoup plus certaine la fécondation.

Quelques stades du développement embryonnaire de *Nicolea zostericola* ont été décrits par Willemœs-Suhm [1]. Par une aberration singulière, cet auteur a décrit comme tête l'ébauche du premier tentacule; son étude s'arrête à l'instant où la larve rampante sortie du cocon se construit un tube.

Le stade le plus intéressant précédant la sortie du cocon est celui où la larve, déjà mobile, présente le maximum d'analogies avec une Annélide errante :

A ce moment, elle possède un prostomium pourvu de deux paires d'yeux et portant l'ébauche d'un tentacule unique presque aussi large que le corps. Le futur segment buccal est en forme de bourrelet et dénué d'appendices. A sa suite, viennent 6 ou 7 segments dont les 4 premiers portent des soies, mais pas encore d'uncini. Peu après ce stade, une paire d'uncini se développe aux troisième et quatrième sétigères, ainsi qu'aux deux segments suivants où leur apparition précède celle des soies. Il en sera toujours ainsi dans la suite du développement. La sortie du cocon se produit vers le stade de 7 sétigères.

Bientôt de nouveaux uncini se forment, mais seulement à partir du quatrième sétigère inclusivement. Plus tard, les soies des deux premiers sétigères tomberont et, sur ces segments, apparaîtront les branchies. L'unique paire d'uncini du troisième sétigère tombera également et ce segment constituera le premier sétigère de l'adulte. Il y a donc disparition de sétigères antérieurs comme chez les Néréidiens.

Jusqu'au stade de 12 sétigères, tous les uncini sont rétrogressifs. Des séries alternantes se constituent ultérieurement à partir du dixième sétigère larvaire. Pendant ce temps les tentacules se développent alternativement

---

(1) WILLEMOES-SUHM, *Biologische Beobachtungen über niedere Meeresthiere* (*Zeitsch. f. wiss. Zool.*, 21 1871, p. 390, pl. XXXIII).

d'un côté et de l'autre du premier tentacule, ainsi que Milne Edwards l'a décrit chez *Polymnia nebulosa*.

Les branchies n'apparaissent qu'au bout de six mois, alors que l'animal possède déjà depuis quelque temps les 15 sétigères définitifs de l'adulte. Contrairement à ce qui se passe chez les Néréidiens, ce n'est que très tardivement que les œufs se rencontrent flottant librement dans la cavité générale. Leur développement est très rapide; ils sont mûrs à la fin de la première année. Peu après la ponte, tous les adultes disparaissent.

A Cherbourg, *Nicolea zostericola* diffère nettement de *Nicolea venustula* Montagu, par le nombre moindre de sétigères (15 au lieu de 17) et de segments abdominaux (19 à 25 au lieu de 35 à 45) et par l'absence de coloration des téguments. Ces caractères sont héréditaires.

PHYSIOLOGIE. — *Sur quelques nouveaux corps anticoagulants de composition chimique definie.* Note de M. **Auguste Lumière**, présentée par M. Roux.

Parmi les substances qui possèdent la propriété d'empêcher la coagulation du sang, telles que l'oxalate et le citrate de sodium, l'arsénobenzol, les nucléo-protéides, la choline, l'hirudine, etc., seul le citrate trisodique a pu être couramment utilisé en thérapeutique, principalement dans la transfusion sanguine, grâce à sa nocivité relativement peu élevée, à la constance de sa composition et à la facilité de sa préparation.

Cependant ce sel n'est pas toujours inoffensif; chez certains sujets, il peut déterminer des chocs graves et même mortels (L. Ramond, Ch. Fiessinger, Rosenthal et Bachr), quand il est administré par voie intraveineuse. Sa toxicité pour le cobaye est de 0,035 par kilo; le chien, le cheval, le bœuf paraissent pouvoir supporter des doses un peu plus considérables [1].

Dans la transfusion, quand on citrate le sang dans les proportions habituelles (4 pour 1000), on n'évite pas toujours la coagulation : Arnaud et Mouliérat ont observé, sur 40 transfusions, six cas de coagulation qui ont troublé ou même empêché complètement l'opération; aussi ces auteurs

[1] L. Panisset et J. Verge, *La toxicité du citrate de soude chez les animaux* (*C. R. Soc. Biol.*, 87, 1922, p. 224).

engagent-ils très justement les chirurgiens à élever le taux du citrate à 6 pour 1000 ([1]).

Dans de telles proportions, surtout si le volume du sang transfusé est important, il faut peut-être compter avec la toxicité de la substance qui ne pourrait être employée à de telles doses si le citrate était aussi nocif pour l'homme que pour le cobaye.

Ces considérations nous ont amené à rechercher d'autres anticoagulants et, pour cela, nous nous sommes demandé tout d'abord à quelles fonctions chimiques les propriétés anticoagulantes pouvaient être rapportées.

D'après la constitution des oxalates et citrates, il nous a semblé, *a priori*, que la présence, dans la molécule de ces corps, de plusieurs groupements carboxylés, pourrait jouer un rôle important dans le phénomène qui nous intéresse.

C'est ce que l'expérience a confirmé, tout au moins pour un certain nombre de combinaisons polybasiques ou renfermant des radicaux acide et alcoolique. Nous n'avons pu épuiser jusqu'ici toute la série de ces composés mais, sur 18 d'entre eux qui ont été étudiés, 5 ont montré un pouvoir anticoagulant élevé : ce sont le mucate, l'aconitate, l'éthanetétracarboxylate, le sulfosalicylate et le phénoxypropandiol carboxylate de sodium.

Le mucate est anticoagulant à la dose de 4 pour 1000 et il est dépourvu de toute toxicité, les autres substances empêchent la coagulation à la dose de 10 pour 100 et sont environ dix fois moins toxiques que le citrate pour le cobaye.

Le β-naphtoldisulfonate de sodium et la naphtylamine disulfonate de sodium agissent comme anticoagulants à 2 pour 1000 mais ils sont trop toxiques pour être employés,

D'autres substances, renfermant plusieurs fonctions acides, tant dans la série grasse que dans la série aromatique, retardent la coagulation, sans l'empêcher; ce sont l'orthophtalate, l'homophtalate, le choléate et le malonate. Par contre, dans les mêmes séries chimiques, les sels sodiques des acides succinique, camphorique, diphénylphosphorique, dicarballylique, quinique, malique et uvitique ne possèdent aucune action anticoagulante.

La raison de ces différences peut-elle être recherchée dans les propriétés des sels de calcium de ces divers produits? On connaît l'importance du

---

([1]) M. ARNAUD et A. MOULIÉRAT, *Quelques cas de coagulation du sang citraté au cours de la transfusion* (*Marseille médical*, 62, 5 janvier 1925, p. 32).

calcium dans le phénomène de la coagulation et l'on admet que les citrate et oxalate alcalins précipitent les composés calciques du sang indispensables à la coagulation, hypothèse d'autant plus vraisemblable que l'addition de $CaCl^2$ au sang oxalaté ou citraté incoagulable lui rend sa coagulabilité.

Nous avons voulu vérifier si les choses se passent de la même manière avec les nouveaux anticoagulants que nous venons de mentionner; or, si le mucate de calcium est extrêmement peu soluble dans l'eau (0,01 pour 100), l'aconitate calcique se dissout à 1 pour 100 dans l'eau, à 15°, et les sels de chaux des autres substances actives ont une solubilité beaucoup plus grande encore; elles ne précipitent nullement les sels de calcium, tout au moins en solution diluée et à froid.

Quand la coagulation a été empêchée par ces différents produits, on peut la provoquer par l'addition de chlorure de calcium, comme dans le cas de l'oxalate et du citrate.

Les sels sodiques des acides polybasiques qui sont sans action sur la coagulation donnent des dérivés calciques qui sont tantôt plus solubles, tantôt moins solubles que les sels de chaux des produits anticoagulants.

On ne peut donc pas se baser sur la solubilité des sels de calcium pour prévoir la propriété anticoagulante.

Il est probable que, sans être précipité, le calcium peut être plus ou moins énergiquement fixé, immobilisé, par la molécule de certains acides polybasiques. C'est en quelque sorte le degré d'ionisation du calcium qui interviendrait dans le phénomène.

L'étude pharmacodynamique des anticoagulants, dont nous venons de reconnaître les propriétés, nous renseignera sur les avantages possibles de leur emploi en clinique et apportera sans doute aussi une contribution utile au problème de la coagulation du sang.

PHYSIOLOGIE. — *Influence des divers procédés de pasteurisation par chauffage sur la digestibilité des constituants albuminoïdes et minéraux du lait.* Note de MM. **Émile F. Terroine** et **H. Spindler**, présentée par M. Henneguy.

Diverses observations récentes et tout particulièrement celle de Orla-Jensen tendant à montrer que la diminution du pouvoir coagulant du lait provoquée par la chaleur doit être rapportée à une véritable dénaturation de la caséine, laquelle a pour conséquence une diminution de la digestibilité de cette protéique, et celle de Daniels et Loughlin relevant l'impossibilité de

réaliser la croissance normale du rat avec des laits portés à l'ébullition pendant 10 minutes, et cela par suite de l'insolubilisation des sels de chaux, nous ont amenés à reprendre l'étude de l'influence des divers procédés de pasteurisation par chauffage sur la digestibilité des protéiques et des substances minérales du lait.

Dans ce but nous avons fait ingérer à un même animal (porcelet jeune de 8 à 10^{kg}), dans des périodes successives de 7 jours, du lait de vache cru, ou soumis tantôt à la pasteurisation basse (chauffage à 63° pendant 25 minutes dans une chambre avec agitation mécanique, puis refroidissement; traitement régulièrement appliqué par la Laiterie Centrale de Strasbourg), tantôt à la pasteurisation haute (chauffage à 95° pendant 1 à 2 minutes en couche mince et d'une manière continue, puis refroidissement (procédé Stassano).

La détermination quotidienne exacte des volumes de lait ingérés et des poids de matières fécales rejetées; le dosage dans le lait et les fèces de N total et des cendres permettent d'établir le coefficient de digestibilité.

Le tableau ci-dessous présente les résultats moyens pour chaque période.

		Lait chauffé		
	Lait cru.	à 63° (pasteur. basse).	à 95° (pasteur. haute).	à 75° (proc. Stassano).
Coefficient de digestibilité des matières azotées.				
Porc n° 1......	96	96	95	96
Porc n° 2......	96	95	95	95
Porc n° 3......	97	97	97	-
Coefficient de digestibilité des substances minérales.				
Porc n° 1......	65	74	70	69
Porc n° 2......	66	59	59	60
Porc n° 3......	68	86	88	-

Les valeurs ainsi réunies permettent une conclusion précise : aucun des procédés de pasteurisation par chauffage étudiés ne modifie en rien l'utilisation digestive des protéiques et des cendres; utilisation qui, d'ailleurs, sauf en ce qui regarde les substances minérales chez l'animal n° 3, ne présente aucune différence individuelle.

Il nous a en outre paru intéressant, en vue d'établir s'il y a un rapport de spécificité, une influence de l'origine du lait, de comparer nos résultats avec ceux précédemment acquis sur d'autres espèces, particulièrement chez l'homme, qu'il s'agisse d'ingestion de lait maternel ou de lait de vache

chauffé. Cette comparaison peut s'effectuer à l'aide des données ci-dessous :

Auteurs.	Origine du lait.	Animal alimenté.	Coefficients de digestibilité de l'azote.	Coefficients de digestibilité des cendres.
Rubner et Heubner..........	lait maternel	homme	83,12	79,42
Michel....................	»	»	93,60	78,26
Netter....................	lait de vache	»	91,8	-
Michel et Perret............	»	»	94,38	65,55
Présent travail (valeurs moy.).	»	porc	96,0	71,0

Elle montre nettement l'absence complète de toute intervention spécifique dans l'utilisation des matières protéiques du lait et une infériorité dans l'absorption des cendres du lait de vache, légère chez le porcelet, assez importante chez l'homme et sur laquelle Marfan a précédemment appelé l'attention.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Intoxication mercurielle et coagulation vitale* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. d'Arsonval.

On a montré précédemment [1], que l'*intoxication alcoolique* détermine la gélatinisation, puis la coagulation du protoplasma, phénomènes réversibles aux faibles taux alcooliques, mais définitifs aux taux élevés.

Parmi les agents qui tendent à coaguler et vieillir la matière vivante, nous avons mentionné les métaux lourds. De tous, le *mercure* est assurément celui qui a des effets nettement caractérisés, et, pour la plupart, connus. On sait, par exemple, que ce métal n'existe pas, même en traces, dans le contenu cellulaire; et que, à l'état de bichlorure ou sublimé, il précipite les protides, avec lesquels il forme des composés insolubles.

I. *Hydragyrisme et cellule végétale.* — Étudions d'abord l'action du mercure sur le cytoplasma des plantes.

Des feuilles fraîches de *Fusain* sont placées respectivement dans l'eau (I), et, par comparaison, dans des solutions de sublimé à 1 et à 11 pour 1000 (II et III). On note les variations de poids dues à l'osmose au bout de 3 jours; puis, remplaçant les solutions par de l'eau pure, on refait les pesées également 3 jours après cette immersion. Voici les chiffres obtenus :

---

(1) Jules Amar, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 465.

		I.	II.	III.
Poids avant		970^{mg}	850^{mg}	900^{mg}
Après 72 heures dans		Eau	$HgCl^2$ à 1 pour 1000	$HgCl^2$ à 11 pour 1000
		1030	920	970
Gain pour 100		6,20	8,23	7,77
Après 72 heures dans		Eau	Eau	Eau
		1040	920	970
Gain total pour 100		7,20	8,23	7,77

En prolongeant cette immersion dans l'eau pendant 4 jours encore, on a :

I.	II.	III.
1080^{mg}	920^{mg}	970^{mg}

Par conséquent :

Le sublimé paralyse rapidement les échanges osmotiques de la cellule végétale. Le poids des tissus mercurisés ne se modifie pas sous l'influence de l'eau, tandis que les feuilles non mercurisées attirent l'eau peu à peu, gagnant au total 11,5 pour 100 de leurs poids; elles demeurent vertes et fraîches; les autres, au contraire, sont fanées et prennent une couleur brun rougeâtre, mais elles restent souples. (On sait que les feuilles alcoolisées deviennent cassantes.) En outre, on aperçoit, à leur surface interne ou supérieure, de nombreuses petites bulles brillantes; ce sont des *globules de mercure pur*, jaillies de la surface foliaire à parenchyme palissadique. *Ce tissu serré a donc opéré une véritable dissociation du sublimé, éliminant le mercure par la surface d'échanges active.* Le fait mérite considération : les sels de mercure sont dissociés, électrolysés à la paroi des cellules vivantes, et le *métal libre* intervient comme coagulant du protoplasma.

Il est non moins remarquable que la solution de sublimé à 1 pour 1000 possède autant d'énergie que les solutions plus concentrées, généralement employées en technique histologique. Visiblement, le *mercure est un poison mortel pour la cellule, en dehors de toute action sur l'élément nerveux* dont il faut faire état chez l'animal.

Enfin, comme pour l'intoxication alcoolique, on a introduit du sublimé dans une *solution colloïdale de glycogène;* celle-ci, qui avait une teinte bleuâtre et n'accusait pas l'ombre d'un glomérule, a montré aussitôt de fins granules et un léger voile persistant. En augmentant la dose de toxique, le voile devient blanc, la solution mousse beaucoup, et l'on obtient, après repos, l'apparence d'orgeat clair.

L'addition d'un peu d'alcool fait naître des grumeaux plus épais, ce qu'on eût réalisé sans sublimé, mais avec plus d'alcool. Les *deux agents*

coagulants superposent donc leurs effets, mais le sublimé l'emporte sur l'alcool.

Hydrargyrisme et cellule animale. — Cet effet toxique du sublimé affecte de deux façons la cellule animale; il coagule son protoplasma, et il se fixe *électivement* sur les éléments nerveux. Très soluble, le sublimé pénètre partout; mais c'est le *mercure métallique* qui est actif. Et, vu son poids atomique élevé et sa facile diffusion, il se porte vers les grosses cellules : nerveuses, musculaires, adipeuses, sexuelles (ovules).

L'hydrargyrisme atteint, par conséquent, *les organes nobles de l'économie où il affaiblit la nutrition;* d'où la diminution des capacités physiques et psychiques, la stérilité et la morti-natalité. On connaît, d'ailleurs, l'attraction du *placenta* pour le sublimé, lorsque ce dernier s'introduit dans l'organisme féminin.

En plus de cette fixation spéciale, le mercure tend à coaguler le cytoplasma, qu'il s'agisse des globules rouges et blancs du sang, ou des cellules conjonctives. Mais au début de son action, il réveille les mécanismes de défense, activant les échanges respiratoires et les sécrétions [1]. *Cette hypercrinie tend à éliminer le métal toxique :* il sort pur, en globules, par les surfaces épithéliales actives et les liquides excrétés. A doses fortes ou renouvelées, il coagule la matière vivante, et, par exemple, arrête l'assimilation chlorophyllienne, ainsi que l'avaient constaté Spallanzani, puis Boussingault (1867). La vie ne persiste que par le remplacement des cellules tuées, par la puissance trophique des tissus.

Conclusions. — En général, l'intoxication mercurielle est cytoplasmique ; elle vieillit ou tue les cellules. Chez l'animal, elle est, en outre, nerveuse, abaissant l'énergie physique et mentale, compromettant les organes de la reproduction.

Aux doses thérapeutiques, le mercure provoque une *viviréaction* défensive, tout en paralysant ou détruisant *les germes et parasites* auxquels manque cette défense. Il faut donc lui laisser le temps de s'éliminer; c'est une question d'expérience.

Sans cette précaution nécessaire, il y aurait péril d'hydrargyrisme, avec troubles paralytiques et anémie principalement.

Plus que tous les autres agents coagulants, le mercure affaiblit le pouvoir osmotique et nutritif de la cellule. Aussi, son usage exige un fractionnement rationnel, combiné avec un régime qui stimule cette nutrition menacée.

---

(1) Jules Amar, *Les lois scientifiques de l'éducation respiratoire,* Paris, 1920 (chez Dunod), p. 56 et 95.

EMBRYOGÉNIE. — *Les cellules germinales (gonocytes) sont, au cours de la reproduction asexuée de* Salmacina Dysteri *Huxley, la source de la prolifération blastogénique. Remarques à ce sujet sur l'histogenèse des néoplasmes.* Note de M. A. **Malaquin**, présentée par M. Henneguy.

Dans des Notes publiées en 1905 et 1909 sur les phénomènes histogéniques dans la reproduction asexuée chez *Salmacina Dysteri*, j'étais arrivé à cette constatation que le matériel de la blastogenèse ne provient ni d'éléments appartenant aux tissus anciens, ni d'une dédifférenciation d'éléments préexistants, et je l'avais homologué au matériel sexuel lui-même; mes recherches récentes sur la lignée des cellules germinales me permettent d'apporter des observations et des précisions nouvelles.

Au moment où la Salmacine se prépare à la schizogenèse existent dans les métamères postérieurs des amas de cellules bourrées de réserves nutritives, compris entre les quatre faisceaux musculaires et le cœlome; les cellules germinales, à l'état de gonocytes, sont situées, ainsi que je l'ai montré, dans ce tissu, de part et d'autre du mésentère ventral (ou neural). Quand les gonocytes se multiplient en cellules goniales, la prolifération se fait en une poussée qui soulève l'épithélium péritonéal vers le cœlome dans lequel fait hernie soit le cordon ovarien (*fig.* O), soit la masse spermatogoniale, ébauche du testicule. Par contre, lorsque, tout au début de la reproduction asexuée, les gonocytes entrent en mitose active dans un ou plusieurs métamères, les cellules qui en proviennent prolifèrent au sein du tissu mésenchymateux nutritif, sous l'endothélium cœlomique : elles sont le point de départ de l'histogenèse. On peut alors compter de nombreuses mitoses gonocytaires, jusque 12 et plus, à droite et à gauche, chiffre élevé étant données la petite taille du métamère et la simplicité de son organisation. Les noyaux issus de cette multiplication baignent dans le matériel nutritif et forment avec celui-ci une masse syncytiale (*fig.* Pr).

Puis une masse cytoplasmiqne se concentre autour du noyau, la cellule devient alors fusiforme. Les éléments ainsi formés émigrent, ils s'infiltrent entre l'épiderme et les muscles, ou progressent contre ou dans les septa intersegmentaires, certains parviennent dans les masses dorsales du tissu nutritif et pourront s'y multiplier ultérieurement : ce sont les histoblastes (ou néoblastes) migrateurs qui vont édifier les tissus nouveaux : nerveux, musculaire, épithélial, etc.

La rénovation de l'épiderme est surtout intéressante à considérer non seulement par ses productions nombreuses : branchies céphaliques, parapodes avec leurs soies, etc., mais surtout par son histogenèse propre. Les histoblastes migrateurs envahissent l'ancien épiderme et s'intercalent entre



Deux demi-coupes transversales; celle de gauche représente un métamère avant la prolifération et celle de droite, le début de la prolifération blastogénique; *e*, épiderme ancien; E, épiderme rénové envahi par les histoblastes; *n*, tissu mésenchymateux nutritif; *g*, gonocytes; Pr, région de prolifération active; *h*, histoblastes migrateurs; O, cordon ovarien (gonade femelle). En dessous, de *g* à *h*, formation des histoblastes par multiplication des gonocytes.

les anciens éléments qui sont détruits, comme en témoignent de nombreux noyaux pycnotiques. Pendant la première phase de cette rénovation par infiltration, aucune mitose n'y est décelable. Plus tard seulement les éléments immigrés sont le siège de divisions nombreuses, mais la prolifération initiale a eu lieu en profondeur, et celle qui se passe ensuite dans le tissu épidermique envahi et rénové par les histoblastes n'en est que la continuation.

L'importance de ces observations réside essentiellement dans l'origine germinale de la prolifération. En effet, les gonocytes existent dans les différents groupes de Vertébrés; on les a signalés récemment chez l'embryon humain où ils persistent après l'organogenèse, et l'on a même émis l'hypothèse que ces *gonocytes pourraient participer à l'histogenèse des tumeurs malignes* (Rotter, 1922). L'histogenèse normale dont il s'agit ici montre la

série des phénomènes suivants : 1° prolifération de cellules germinales, les gonocytes extracœlomiques, prolifération qui par son origine est quasi illimitée; 2° migration des éléments prolifères; 3° infiltration de ces éléments dans un épiderme ancien; 4° destruction de cet ancien épiderme; 5° prolifération sur place des éléments immigrés; 6° les histoblastes migrateurs donnent naissance, selon l'emplacement où ils aboutissent, à des tissus variés : épithélial, nerveux, musculaire, etc. Or dans la genèse d'une tumeur cancéreuse on peut considérer : la provenance du matériel cellulaire qui alimente la prolifération, et la cause, encore iuconnue, qui a déclanché cette prolifération. En envisageant uniquement la première partie de ce problème, on ne peut pas ne pas être frappé par la similitude existant dans la marche des phénomènes histogéniques décrits ci-dessus avec celle de l'histogenèse de certains néoplasmes; d'autre part l'observation fondamentale, que les cellules germinales, par leur prolifération et la migration des éléments issus de cette prolifération, alimentent l'édification des tissus somatiques chez l'individu adulte, permet d'envisager avec une base sérieuse l'origine de néoplasmes aux dépens d'éléments gonocytaires préexistants. Cette conception, proche de la théorie de Conheim, serait en accord avec un certain nombre de faits, tels que : prolifération indéfinie des cellules cancéreuses, production de tumeurs éloignées du point où siègent les gonocytes initiaux, transformation d'un tissu néoplasique en un autre (sarcome et carcinome). Si éloigné que soit des Vertébrés et de l'homme, l'organisme animal ayant fait l'objet de cette étude, on doit considérer que le champ des investigations ne saurait être trop étendu, quand il s'agit de questions dépendant de l'Anatomie et de la Pathologie générales.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une réaction chimique nouvelle des matières protéiques sèches applicable à l'histochimie.* Note [1] de M. **Marc Romieu**, transmise par M. Paul Sabatier.

Les réactions chimiques de coloration des matières protéiques déjà connues sont nombreuses. Mais si l'on se place au point de vue spécial de l'histochimie, on se rend compte que bien peu parmi les procédés classiques sont utilisables. La plupart en effet nécessitent l'emploi des acides forts ou des bases en solution concentrée qui sont incompatibles avec le maintien

(1) Séance du 9 mars 1925.

des structures histologiques. Aussi a-t-on cherché à tourner la difficulté en utilisant des méthodes indirectes basées sur l'affinité de certains albuminoïdes pour le ferrocyanure de K ou pour le tannin. Ces méthodes donnent de bons résultats, mais elles demandent à être contrôlées par les procédés basés sur des réactions colorées obtenues directement.

Parmi celles-ci les plus usitées sont les réactions xantho-protéique, celle de Millon, celle de Reichl et celle d'Axenfeld. Mais elles sont assez nocives pour les tissus et les deux dernières au moins sont peu caractéristiques. La réaction de Ruhemann-Abderhalden à la ninhydrine et celle de Krasser à l'alloxane sont d'un emploi plus facile car elles respectent beaucoup mieux les structures.

A ces procédés nous pouvons en ajouter un autre qui n'a pas, à notre connaissance, été indiqué jusqu'ici. Il est basé sur l'emploi de l'acide orthophosphorique sirupeux. Cette réaction nous paraît avoir échappé aux auteurs et même à Hunter (¹) qui, récemment, a fait agir la plupart des réactifs simples des laboratoires sur l'albumine d'œuf en dissolution.

Nous avons trouvé en effet que l'acide phosphorique sirupeux mis en présence d'albumine sèche du commerce ou de blanc d'œuf frais donne à ces corps, lorsqu'on chauffe légèrement, une teinte d'un rouge grenat tournant au violet. La température de 52° à l'étuve est suffisante pour obtenir en quelques minutes la réaction de façon très intense.

Nous avons recherché si d'autres matières protéiques donnaient la même réaction. Nous avons pu constater que la fibrine, la caséine, la kératine (ongle humain, épiderme corné des oiseaux) la donnaient même par un chauffage modéré. La mucine de l'escargot et la nucléine commerciale donnent une réaction analogue, mais la teinte est plutôt d'un brun rougeâtre. L'hémoglobine se transforme en un produit brun qui, sous une faible épaisseur, paraît violet au microscope en lumière transmise. La gélatine, par contre, reste incolore ou devient seulement d'un rose très pâle à l'ébullition.

Il est évident que la réaction pourpre que donne l'acide orthophosphorique, pas plus que les autres réactions colorées des matières protéiques, n'est absolument caractéristique. Nous avons pensé tout d'abord qu'elle était due au pouvoir réducteur et déshydratant de l'acide orthophosphorique sur les radicaux aromatiques de la molécule albuminoïde. Nous avions

---

(¹) R.-F. Hunter, *Protein reactions* (*with special reference to egg albumin*) (*Chemical News*, London, 127, 1923, p. 134).

constaté en effet que certains phénols comme le naphtol α donnaient sous l'influence de cet acide une couleur brun rouge. Mais ni la tyrosine, ni la phénylalanine ne donnent la réaction. Par contre le tryptophane nous a fourni avec l'acide orthophosphorique sirupeux une coloration rouge grenat tournant au violet particulièrement intense. La réaction peut donc être attribuée avec quelque vraisemblance aux amino-acides hétérocycliques et au tryptophane en particulier. Le fait que la gélatine ne donne pas la réaction semble confirmer cette conclusion.

Nous avons cherché à appliquer notre réaction à la caractérisation histochimique des substances protéiques dans les tissus. Nous avons constaté qu'elle donnait une coloration rose suffisante même sur des coupes fines et teignait d'une façon analogue à l'éosine les travées les plus délicates du protoplasma des cellules végétales, les épithéliums et les inclusions de nature protéique des tissus animaux. Le collagène n'est pas coloré. Aussi dans des coupes de glandes comme la parotide, seuls les canaux excréteurs et les acini glandulaires apparaissent en rose. Sur les coupes fines, après fixation au Bouin, les vaisseaux contenant du sang prennent une teinte violette caractéristique de l'hémoglobine dont l'acide phosphorique nous paraît un bon réactif histologique. Si la coupe est plus épaisse, la teinte est plutôt brune.

Les pièces doivent être fixées de préférence à l'alcool, au formol ou au liquide de Bouin et fortement durcies par un séjour prolongé dans l'alcool à 95°. Les coupes ne doivent pas être trop minces. Elles peuvent être faites par tous les procédés, mais les meilleurs résultats sont donnés par l'inclusion à la celloïdine. Dans ce cas, la coupe, sans être débarrassée de la masse à inclusion, est recouverte d'une goutte d'acide phosphorique sirupeux et d'une lamelle et placée dans l'étuve à paraffine où la réaction se produit en quelques minutes. Les coupes, quel que soit leur mode de confection, sont examinées dans le réactif lui-même qui communique rapidement aux tissus une transparence comparable à celle que donne la glycérine. Les préparations se conservent quelques heures, la teinte rose passant ensuite à une teinte brune.

Ce procédé de détection des substances protéiques à l'acide phosphorique, que nous considérons comme une réaction du tryptophane, nous a paru digne d'être signalé. Il nous semble pouvoir rendre des services en histologie animale et végétale, car, basé sur l'emploi d'un acide faible et ne nécessitant qu'un léger chauffage à l'étuve, il permet d'obtenir une coloration assez intense, tout en altérant aussi peu que possible les structures histologiques.

PARASITISME. — *Sur les réactions d'un tissu au parasitisme; la lipoïdogenèse et la lipogenèse.* Note de M. **Ph. Joyet-Lavergne**, présentée par M. Henneguy.

Dans les cellules de l'épithélium intestinal d'une Scolopendre (*Scolopendra cingulata*), parasitée par des Sporozoaires (*Nina gracilis* et *Adelina dimidiata*), on trouve des lipoïdes figurés, granules ou vésicules. Les vésicules présentent des formes et une évolution analogues à celles décrites pour les vésicules lipoïdes des Sporozoaires ([1]), leur osmiophilie augmente avec leur taille et, parmi les grandes vésicules, certaines sont imprégnées de graisse.

La distribution dans l'épithélium de ces lipoïdes ou graisses est en rapport avec le degré de parasitisme. Si une zone est peu parasitée ou ne renferme que des céphalins très jeunes, les lipoïdes de l'épithélium forment de petits groupements de granules à la base des cellules, les vésicules y sont rares, et, quand on en rencontre, elles sont placées dans les cellules qui supportent un céphalin. Dans les zones plus parasitées, le groupement basal, plus important, pénètre plus avant dans le cytoplasme; il renferme des vésicules lipoïdes pouvant atteindre 2^{μ}. Si, sur une même coupe, une partie de l'intestin se trouve plus parasitée que l'autre, elle est aussi plus riche en lipoïdes et en graisses.

Dans les régions fortement parasitées, les cellules intestinales en contact avec le céphalin d'une *Nina* présentent, avec le groupement basal, un autre groupement lipoïde analogue, placé au pôle cellulaire opposé, à quelques μ de la ligne de contact du céphalin. De l'autre côté de cette ligne, se trouve le groupement antérieur protoméritique de la Grégarine, moins important et formé de fins granules lipoïdes. Ces granules, ainsi que les vésicules du groupement distal, sont fréquemment alignés en files parallèles, normales à la ligne de contact, comme s'ils subissaient une attraction commune de la part du deutomérite. Les deux groupements lipoïdes des cellules épithéliales ne sont pas sans rapport; on trouve souvent, dans le cytoplasme qui les sépare, des vésicules, éléments de migration d'origine basale qui viendraient constituer le groupement distal.

Les cellules parasitées par *Adelina* présentent une plus grande abondance

---

([1]) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 335.

de lipoïdes et de graisses, au voisinage de la Coccidie; les vésicules sont d'autant plus développées que la Coccidie a atteint une plus grande taille. Les parasites provoquent donc une hypersécrétion de lipoïdes ou de graisses dans les cellules de l'hôte. La réaction n'est pas due à un simple contact du parasite; des parties de Grégarines, autres que le protomérite, peuvent être en contact avec l'intestin, sans qu'il y ait production de lipoïdes dans la région touchée.

Les lipoïdes de l'intestin constituent un matériel nutritif pour la Grégarine. La forme du groupement antérieur protoméritique est dirigée par la disposition de la ligne de contact du protomérite avec l'intestin. Dans quelques cas, ce contact n'existe pas dans la région médiane de la ligne; les granules dessinent alors deux groupements, chacun des deux groupes se trouve en face de la partie qui peut puiser dans l'épithéliun. Toutefois, ce n'est pas sous la forme de vésicules que s'effectue le passage. Les types les plus favorables à l'étude de cette question sont ceux où le protomérite présente une large surface de contact avec l'intestin. Dans ces formes, la ligne qui sépare le protomérite de l'épithélium est bordée par deux bandes cytoplasmiques, de quelques μ de large, dépourvues d'éléments lipoïdes figurés. La bande intestinale est limitée par les vésicules du groupe distal, mais surtout par les granules résultant de la dislocation de ces vésicules; la bande protoméritique est limitée par les fins granules du groupement antérieur du protomérite. A un fort grossissement, on distingue, dans les deux bandes cytoplasmiques, des granules lipoïdes à la limite de la visibilité. Ces très fins granules représentent-ils la forme de passage de l'hôte au parasite? Leur signification est différente suivant qu'ils se trouvent dans l'intestin, où ils représentent une phase de la dislocation des lipoïdes intestinaux, ou dans le protomérite, où ils constituent une étape dans la genèse des granules lipoïdes du groupement antérieur protoméritique.

En suivant les diverses phases de la croissance du céphalin, on trouve, dans la position et la forme des granules et vésicules lipoïdes, tous les intermédiaires permettant de concevoir que, par un phénomène de grossissement parallèle à leur migration vers le deutomérite, les granules du groupe antérieur protoméritique constituent la source des réserves lipoïdes de la Grégarine. Ce groupe tirant lui-même ses éléments des lipoïdes de l'intestin, le céphalin sera dans des conditions de nutrition d'autant plus favorables, qu'il sera fixé sur une région intestinale plus riche en lipoïdes, ce qui est précisément le cas des régions les plus parasitées. Ainsi s'ex-

plique un caractère curieux de la biologie des Grégarines; les individus isolés se rencontrent rarement parce que leurs conditions de nutrition sont beaucoup moins faciles que celles réalisées par les groupements de céphalins. Ce sont des raisons semblables qui nous aident à comprendre le fait, en apparence paradoxal, signalé par Léger et Duboscq en 1908 [1], fait que j'ai eu l'occasion de vérifier depuis : « les Coccidies *Aggregata eberthi* parasites d'un *Portunus* se développent d'autant mieux, qu'elles sont plus nombreuses et plus serrées ».

La sécrétion de lipoïdes et de graisses, provoquée par l'action du parasite, bénéficie à l'hôte car, dans les régions où les céphalins viennent de se détacher, les cellules de l'épithélium intestinal renferment encore une provision de ces réserves. Il faut rapprocher ces résultats de ceux obtenus par Smith et par Robson [2]. Ces auteurs montrent que l'hépatopancréas et le sang des Crabes sacculinés renferment une plus forte proportion de graisse.

Ainsi, dans des groupes assez éloignés, sous l'effet de parasites fort différents, les modifications du métabolisme cellulaire de l'hôte sont comparables. La lipoïdogenèse et la lipogenèse seraient-elles des manifestations générales de la réaction cellulaire au parasitisme ?

A $16^h 20^m$, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17^h.

É. P.

---

(1) L. Léger et O. Duboscq, *L'évolution schizogonique de l'*Aggregata eberthi (*Arch. f. Protist.*, 12, 1908, p. 44).

(2) G. Robson, *The effect of* Sacculina *upon the fat metabolism of its host* (*Quart. J. of mic. sc.*, 57, 1911, p. 267).